

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Дагестанский государственный университет»

№ госрегистрации 114122240061



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе и
инновациям, д.ф.-м.н., профессор
Ашурбеков Н.А.
« 04 » 2015 г.

**ОТЧЕТ
О ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

по теме:

**«Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения
биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности
поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при
аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях»**

(промежуточный)

Этап 2

Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач

ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития
научно-технологического комплекса на 2014-2020 годы»

Соглашение от «20» октября 2014 г. № 14.574.21.0109

Руководитель проекта,
доктор ф.-м.н., профессор

М.Х. Рабаданов

подпись, дата

Махачкала 2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель проекта,
профессор, доктор
физ.-мат.наук


04.04.2015


М.Х. Рабаданов
(введение, глава 2, глава 4, глава 5,
приложение Б, приложение В,
заключение)

**Ответственный
исполнитель,**
профессор,
доктор биологических
наук


04.04.2015

Г. М. Абдурахманов
(введение, глава 2, глава 4, глава 9,
приложение Г, приложение Д,
заклучение)

Исполнители:
доцент, кандидат
географических наук


04.04.2015

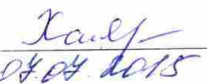
Г.А. Ахмедова
(глава 4, глава 5, глава 10, глава 11,
глава 13, приложение Г, приложение
Ж)

доцент, кандидат
биологических наук


04.04.2015

А.А. Теймуров
(введение, глава 2, глава 9,
приложение Б, приложение В,
заклучение)

доцент, кандидат
биологических наук


04.04.2015

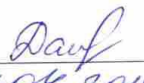
Г.М. Нахибашева
(глава 4, глава 5, глава 7)

доцент, кандидат
биологических наук


04.04.2015


Г.М. Мухтарова
(глава 2, глава 5)

кандидат биологических
наук, ст. преподаватель


04.04.2015

М.Г. Даудова
(глава 7, глава 10, глава 12, глава 13,
приложение Б, приложение Д,
приложение Ж, приложение З)

доцент, кандидат
биологических наук


04.04.2015

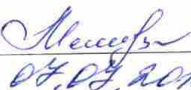
А.А. Гаджиев
(глава 3, глава 5, глава 12,
приложение А, приложение Б,
приложение Д)

кандидат биологических
наук, ст. преподаватель


04.04.2015

А.Г. Абдурахманов
(глава 2, глава 8, приложение В)

кандидат биологических
наук, ст. преподаватель


04.04.2015

Н.М. Меликова
(глава 2, глава 8)

доцент, кандидат
биологических наук


04.04.2015

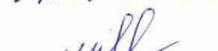
М.З. Магомедова
(глава 2, глава 5, приложение 3)

старший лаборант


04.04.2015

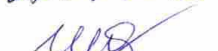
Б.М. Курамагомедов
(глава 2, глава 3, приложение А,
приложение Б, приложение В)

аспирант


04.04.2015

М.М. Мирзабекова
(глава 2)

лаборант-исследователь,
студент


04.04.2015

Ю.Ю. Иванушенко
(глава 2)

лаборант-исследователь,
студент


04.04.2015


С.А. Мирзаев
(глава 2)

Соисполнители:

ПИБР ДНЦ РАН

(главы 1, 6)

Руководитель работ,
ведущий научный
сотрудник, доктор
биол.наук, член корр.
РАН


04.04.2015


М.-Р.Д. Магомедов

Ведущий научный
сотрудник,
кандидат биологических
наук


04.04.2015


М.М. Алигаджиев

Доцент,
кандидат биологических
наук


04.04.2015

М.М. Османов

Нормоконтролер


04.04.2015

Н.В. Харина

РЕФЕРАТ

Отчет 662 с., 43 рис., 19 табл., 308 источников, 7 прил.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ, ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД, ДИОКСИН, ПОПУЛЯЦИЯ, ВОЗДЕЙСТВИЯ СУПЕРЭКОТОКСИКАНТОВ, ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНЫЕ СООБЩЕСТВА, РЕДКИЕ ВИДЫ, ВОССТАНОВЛЕНИЕ АРЕАЛА, МОНИТОРИНГ.

Объект исследования – биологическое разнообразие экосистем побережий и акватории Среднего Каспия.

Цели работы – Создание технологий, методов и инструментария мониторинга биоразнообразия для принятия управленческих решений по его сохранению. Разработка методов сохранения биоразнообразия редких и промысловых видов животных и предупреждения инвазий возбудителей опасных зоонозов. Создание интегральных показателей токсичности для выявления динамики негативного воздействия суперэкоотоксикантов на биологическое разнообразие. Разработка методов прогноза состояния экосистем побережий и морской акватории в условиях интенсивного освоения углеводородов.

Результаты работы:

Объективная и GIS-модель доступных и предпочитаемых местообитаний с автоматической верификацией всех слоев, с коррекцией качества содержания и формы представления.

Интегральные показатели токсичности для выявления негативного воздействия диоксинов – максимально полные и объективные, с возможностью дальнейшего их использования для оценки ущерба.

Проект технологического регламента разведения и реинтродукции редких видов животных на основании принципов Видовой, популяционный,

организменный), определяющих совокупность основных методов и приемов по сохранению редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, а на их основе – мероприятий и устройств, т.е. конкретных организационных и технических средств их реализации.

Супрамолекулярные комплексы для производства антипаразитарных средств - эффективные, химически стабильные, недорогие и безопасные препараты широкого спектра действия.

Прибор на основе многолучевых и сканирующих систем для гидроакустической съемки с высокой разрешающей способностью эхосигнала на любой глубине, с легким дистанционным управлением, прием передатчиком с одиночным, двойным или расщепленным лучем. На одном мониторе показания от 4-х частотных режимов. Независимое управление каждым частотным режимом, размер дисплея не менее 14-20 дюймов, LCD-монитор. Диапазоном глубин от 5 до 5000 метров. Рабочей частотой 38/200 кГц или 50/200 кГц. Выходной мощностью на частотный канал до 1кВт. Записью эхограмм на HDD, изменение скорости звука от 1400 до 1770 м/с.

Программа, позволяющая с компьютера-ноутбука устанавливать режимы работы, осуществлять ввод и хранение данных цифрового представления эхосигнала, а также координат местоположения через порт USB. Специализированное программное обеспечение камеральной обработки основано на современных программных геоинформационных продуктах, таких как «MapViewer», «MapInfo» и другие.

Рекомендации по внедрению результатов НИР. Планируемые результаты будут использованы: - специалистами в области рационального природопользования, организациями и ведомствами, отвечающими за принятие обоснованных решений по управлению биоразнообразием; за становление комплексного управления природными ресурсами прибрежных зон Каспия и окружающей среды с учетом рекреационного потенциала региона и в условиях роста масштабов нефтегазовых разработок на шельфе, нефтегазодобывающие компании; - ВУЗами, осуществляющими подготовку

высококвалифицированных специалистов в следующих направлениях: экология; география; экология и природопользование; биология; водные биоресурсы и аквакультура; химия: профиль Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность.

Область применения - рациональное природопользование

В отчете представлены результаты исследований, выполненных по 2 этапу Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0109 от 20.10.2014 г. по теме: «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акватории Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях» по лоту: «Разработка методов и технологий мониторинга, управления и сохранения биологического разнообразия для обеспечения экологической безопасности» Шифр: «2014-14-576-0154» .

На втором этапе работы теоретически исследованы поставленные перед ПНИ задачи.

Разработаны комплексные методики мониторинга численности и состояния природных популяций модельных видов животных и растений экорегиона Среднего Каспия.

Разработан гидроакустический метод и компьютерная программа определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов.

Проведены дополнительные патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96 – тематический поиск на основе анализа источников патентной информации, содержащей сведения о последних (глубина поиска 20 лет) научно-технических достижениях, связанных с разработкой промышленной продукции, а также о состоянии и перспективах развития рынка. Подготовлена заявка на патент.

Разработаны методы мониторинга степени загрязнения территорий диоксинами.

Разработаны методы мониторинга, характеризующих экологическую

безопасность загрязненных диоксинами территорий, а также алгоритм их применения в прикладных научных исследованиях.

Проведены исследования системы адаптации и популяционно-видовых стратегий уязвимых видов водных и прибрежно-островных сообществ Среднего Каспия.

Разработаны и валидированы методики неинвазивной оценки благополучия популяций животных.

Разработан проект технологического регламента разведения, выращивания, реабилитации и реинтродукции редких видов животных (на примере рыб) для восстановления их ареала.

Установлены экологические ниши и характер биологической специализации уязвимых видов водных и прибрежно-островных сообществ Среднего Каспия.

Созданы и обоснованы интегральные показатели токсичности, выявлены динамики негативного воздействия суперэкоотоксикантов на биологическое разнообразие.

Организованы рабочие места (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

Подготовлена заявка на патент (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

Приняли участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИ (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

На основе всесторонней оценки различных стратегий, альтернативных вариантов, специфики экорегиона Среднего Каспия и спектра возможностей (научно-технической базы и квалификации исполнителей проекта), анализа реализованных программ, выполненных проектов выбраны варианты, которые отражают потребности народнохозяйственного комплекса.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	14
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРЕД ПНИ ЗАДАЧ	16
ГЛАВА I. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА ЧИСЛЕННОСТИ И СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ	16
1.1.Методики, применяемые в гидробиологических исследованиях в Среднем Каспии	24
ГЛАВА II. РАЗРАБОТКА ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ	46
2.1.Пояснительная записка методы проведения гидроакустических съемок водных биоресурсов	46
2.1.1.Особенности проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах	48
2.1.2.Обзор плавсредств для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах	54
2.1.3.Обзор современных гидроакустических и программных средств для проведения гидроакустических съемок и оценки запасов ВБР на внутренних водоемах	59
2.1.4.Основные этапы гидроакустических съемок	65
2.2.Пояснительная записка на программное обеспечение научного многолучевого эхолота в части классификации рыб внутренних водоемов по их размерному ряду	94
2.2.1.Теоретическое обоснование способов решения научных задач	96
2.2.2.Краткая характеристика объекта локации	100
2.2.3.Структура программного обеспечения многолучевых систем для построения размерного ряда обнаруженных рыб	109
ГЛАВА III. ПРОВЕДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ ГОСТ Р 15.011-96	131

ГЛАВА IV. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДИОКСИНАМИ	138
4.1. Миграция и кумуляция диоксинов и его аналогов в экосистеме	138
4.2. Токсические свойства диоксинов и дибензофуранов	149
4.3. Оценка и управление риском	156
4.3.1. Оценка риска	157
4.3.2. Управление риском диоксиновых поражений	161
4.4. Создание матрицы оценки диоксинового загрязнения	161
4.4.1. Определение основных категорий источников	161
4.4.2. Сбор информации	166
ГЛАВА V. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ДИОКСИНАМИ ТЕРРИТОРИЙ, А ТАКЖЕ АЛГОРИТМ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	171
5.1. Характеристика системы мониторинга состояния окружающей природной среды в Республике Дагестан	171
5.2. Экологическая безопасность Прикаспийского региона и меры по ее обеспечению	183
5.3. Применение методов мониторинга экологической безопасности в медико-экологических исследованиях	186
ГЛАВА VI. ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АДАПТАЦИЙ И ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВЫХ СТРАТЕГИЙ УЯЗВИМЫХ ВИДОВ СРЕДНЕГО КАСПИЯ	199
6.1. Уязвимые виды Среднего Каспия и их жизненные стратегии	218
ГЛАВА VII. РАЗРАБОТКА И ВАЛИДИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОПОЛУЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ	254
7.1. Трихинеллез	256
7.2. Оценка методов выявления возбудителей пищевых зоонозов при ветеринарно-санитарной экспертизе мяса и мясопродуктов	265
7.3. Мероприятия по борьбе с трихинеллёзом	271
7.4. Список нормативных документов Российской Федерации, использованные в процессе выполнения работы	290

ГЛАВА VIII. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА РАЗВЕДЕНИЯ, ВЫРАЩИВАНИЯ, РЕАБИЛИТАЦИИ И РЕИНТРАДУКЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ АРЕАЛА	294
ГЛАВА IX. УСТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ И ХАРАКТЕРА БИОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ УЯЗВИМЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНЫХ СООБЩЕСТВ СРЕДНЕГО КАСПИЯ	297
9.1. Общая картина таксономического разнообразия Каспийского моря	297
9.2. Роль Среднего Каспия в формировании и сохранении эндемичной фауны	300
9.3. Некоторые закономерности вертикального распределения биоты в Среднем Каспии	308
ГЛАВА X. СОЗДАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧНОСТИ, ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СУПЕРЭКОТОКСИКАНТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ	326
10.1 Ингибирование в биологической кинетике	327
10.2. Методика количественной оценки комбинированного воздействия токсикантов	332
10.3. Методика оценки биологических последствий многокомпонентных загрязнений	341
ГЛАВА XI. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ	347
ГЛАВА XII. ПОДГОТОВКА ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ	350
ГЛАВА XIII. УЧАСТИЕ В МЕРОПРИЯТИЯХ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОСВЕЩЕНИЕ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЮ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ	352
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	354
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	357
ПРИЛОЖЕНИЕ А - ПРОГРАММНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ	384
ПРИЛОЖЕНИЕ Б - ОТЧЕТ О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ	535

ПРИЛОЖЕНИЕ В - ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА	577
ПРИЛОЖЕНИЕ Г - АКТЫ И ОТЧЕТЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ	626
ПРИЛОЖЕНИЕ Д - ЗАЯВКА НА ПАТЕНТ	628
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж - ДОКУМЕНТ ОБ ОПЛАТЕ	644
ПРИЛОЖЕНИЕ З - ОТЧЕТ ПО УЧАСТИЮ В КОНФЕРЕНЦИИ. ТЕЗИСЫ ВЫСТУПЛЕНИЙ	645

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

Термины и сокращения	Полное название
БД	База данных
ВБР	Водные биоресурсы
ГАИ	Гидроакустическая информация
ГАМ	Гидроакустический метод
ГАС	Гидроакустическая съемка
ГАБД	Гидроакустическая база данных
ГИС	Геоинформационная система
ГЧМ	Гиперболическая частотная модуляция
ЗРС	Звукорассеивающий слой
НИС	Научно-исследовательское судно
ПГЛС	Портативный гидролокатор секторного обзора
ПО	Программное обеспечение
ППС	Постпроцессинговая система
ХН	Характеристика направленности
Sv	Сила обратного объёмного рассеяния
TS	Сила цели
МОС	Meta Object Compiler / Метаобъектный компилятор
Qt	Кроссплатформенный инструментарий разработки ПО на языке программирования C++
TS	Target Strength / Сила цели
ВАРУ	Временная автоматическая регулировка усиления
Ккоп	Коэффициент кратности обзора пространства
Кузо	Коэффициент уменьшения зоны обзора
ООП	Объектно-ориентированное программирование
ПО	Программное обеспечение
ХН	Характеристика направленности антенны
КБР	Конвенция о биологическом разнообразии
ООПТ	Особо охраняемые природные территории
РАН	Российская академия наук
ОБН РАН	Отдел биологических наук Российской академии наук
ДНЦ РАН	Дагестанский научный центр Российской академии наук
ФЦП	федеральная целевая программа
Минприроды России	Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
МПР России	Министерство природных ресурсов Российской Федерации
Росстат	Федеральная служба государственной статистики

СМИ	Средства массовой информации
Росрыболовство	Федеральное агентство по рыболовству
НДВ	Низкий Диапазон Воздействия
СДВ	Средний Диапазон Воздействия
ПХДД	Полихлорированные дибензо-п-диоксины
ПХДФ	Полихлорированные дибензофураны
ПХБ	Полихлорбифенилы
ДЭ	Диоксиновый эквивалент
КТ	Коэффициент токсичности
БПК	Биологическая потребность в кислороде
ХПК	Химическая потребность в кислороде
БТ	Баллы токсичности
НУИОА США	Национальное Управление по Исследованию Океанов и Атмосферы США
ССМДО	Канадский Справочник по Составу Морских Донных Отложений
ВУВ	Вероятный Уровень Воздействия
ДДТ	Дихлор-дифенил-трихлорэтан
ДДЕ	Дихлор-дифенилдихлор-этилен
НИС	Научно-исследовательское судно
ГА	Гидроакустика
ДДД	Дихлордифенилдихлорэтан

ВВЕДЕНИЕ

Концепция биоразнообразия приобрела глобальное значение, так как в ней научные вопросы взаимосвязаны с экономическими и социальными проблемами. Возрастающий антропогенный пресс приводит к разрушению местообитаний и утрате экологическими системами своих естественных свойств. Биологическое разнообразие видов животных и растений служит основным показателем устойчивости экосистемы и ее составляющих. В экосистемах испытывающих постоянный стресс, в качестве которого может выступать любое сильное нарушение среды, в том числе и ее загрязнение, видовое разнообразие всегда ниже, чем в ненарушенных экосистемах. Под влиянием стресса в экосистеме уменьшается количество редких видов и возрастает численность видов устойчивых к стрессу.

В последние годы наблюдается устойчивая тенденция увеличения антропогенной нагрузки на Прикаспийский регион, что выражается в катастрофическом положении популяций аборигенной биоты моря, прибрежных и островных экосистем. Этим обусловлена острая необходимость комплексного подхода к изучению Каспийского моря. Ситуация в бассейне Каспия затрагивает государственные интересы не только стран прикаспийского региона, но и стран далеко за его пределами. В связи с этим существенно возрастает актуальность прогнозирования поведения Каспийского моря не только в плане колебания его уровня. Колебательный режим уровня – это неотъемлемая черта данного водного бассейна на протяжении всей его истории. Большую опасность для биологического разнообразия представляют негативные последствия антропогенные факторы, связанные добычей и транспортировкой углеводородов шельфовых месторождений, негативные тенденции в инициированные загрязнителями разного класса опасности, попадание в экосистему Каспия инородных биологических видов.

Цель реализации настоящего проекта является создание технологий,

методов и инструментария мониторинга биоразнообразия для принятия управленческих решений по его сохранению. Разработка методов сохранения биоразнообразия редких и промысловых видов животных и предупреждения инвазий возбудителей опасных зоонозов. Создание интегральных показателей токсичности для выявления динамики негативного воздействия суперэкоотоксикантов на биологическое разнообразие. Разработка методов прогноза состояния экосистем побережий и морской акватории в условиях интенсивного освоения углеводородов.

Итогом предпринятых по проекту исследований будет пространственно-временной анализ экологических функций разных таксономических групп биологического разнообразия и их средообразующего потенциала, а также разработка хронологических этапов регенерации и восстановительных сукцессий водных и прибрежно-островных сообществ. Это в свою очередь даст возможность разработать концепцию реабилитации водных и прибрежно-островных сообществ, базирующуюся на учете эколого-биологических особенностей биоты и данных объективного мониторинга и контроля уровня антропогенной нагрузки в экорегионе Среднего Каспия.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРЕД ПНИ ЗАДАЧ

ГЛАВА I.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ МЕТОДИК МОНИТОРИНГА ЧИСЛЕННОСТИ И СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ

Данный раздел работ выполнен Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук» в соответствии с договором № 1 от 26 августа 2014 г. Гидробиологические исследования выполнялись в лаборатории морской гидробиологии и на стационарах ПИБР ДНЦ РАН, гидрохимические исследования (экологический фон морской среды) – в «Аналитический центр коллективного пользования (АЦКП)» ДНЦ РАН (Спектрофлюориметрический анализатор жидкости «Флюорат 02 Панорама», Спектрометр атомно-абсорбционный с двойной системой атомизации модель АА 7000 Шимадзу, Хроматограф ионный жидкостной «Стайер», НПКФ "Аквилон").

В условиях возрастающего антропогенного пресса на водные экосистемы особую значимость приобретает популяционный мониторинг, как основа определения экологического состояния того или иного водоема в целом. Под популяционным мониторингом понимают систему периодических наблюдений (слежений) за динамикой структурно-функциональной организации популяций доминирующих видов живых организмов.

Каждая популяция, функционируя как компонент биотического сообщества [1], выполняет определенную роль в экосистеме, входя в какую-то функциональную группу. Рассматривая популяцию в качестве компонента экосистемы, необходимо отметить, что популяция сама по себе не может обеспечить поддержание стационарного состояния, так как элементарной единицей, способной к самостоятельному существованию следует считать более крупное объединение – экосистему [2, 3, 4]. При этом устойчивое существование экосистем возможно лишь при определенных

количественных соотношениях взаимодействующих друг с другом популяций живых организмов.

При проведении популяционного мониторинга особое внимание, на наш взгляд, следует уделять изучению структурных и функциональных параметров популяций (например, половой и возрастной структуре, плодовитости, рождаемости и др.), отличающихся значительной лабильностью при экстремальных воздействиях на экосистемы ингредиентов антропогенного происхождения.

Численность и биомасса – характеристики, до сих пор наиболее часто используемые в гидроэкологических исследованиях. Однако учет последних без изучения особенностей структурно-функциональной организации популяций гидробионтов не дает полного представления не только о процессах, происходящих в водоеме в настоящее время, но и лишает реальной возможности прогнозировать состояние той или иной экосистемы в будущем. Так как численность и биомасса – интегральные показатели тех процессов, которые уже произошли в популяции и обусловили их конкретные значения, они отличаются значительно меньшей информативностью по сравнению со структурными и функциональными характеристиками популяций гидробионтов, реагирующими на реально происходящие изменения в водоеме. Только учет комплекса популяционных параметров доминирующих видов гидробионтов обеспечит успешное решение задач, предусмотренных при проведении популяционного мониторинга.

Следует подчеркнуть, что относительно устойчивое существование экосистем происходит лишь при определенных количественных соотношениях взаимодействующих популяций, занимающих определенное место в пищевых цепях и обеспечивающих биотический круговорот веществ и трансформацию энергии в экосистемах. Изменения, происходящие в экосистемах, так или иначе, влияют на отдельные подсистемы, что обуславливает динамику популяционной структуры гидробионтов, их

функциональной роли и, в конечном итоге, детерминирует ту или иную численность исследуемых видов. В свою очередь, каждая популяция в процессе жизнедеятельности воздействует на среду и на популяции других видов, служит фактором, обуславливающим динамику экосистемы как целостной системы. Поэтому для определения структурно-функциональной организации экосистем, выяснения их состояния необходимым условием является всестороннее изучение популяций живых организмов, входящих в состав экосистем, а также исследование процессов, происходящих в результате их взаимодействия, что приобретает особую значимость в условиях возрастающего антропогенного пресса. Исходные данные, необходимые для составления представления о реальном экологическом состоянии той или иной водной экосистемы, можно получить как раз в результате периодического слежения за изменением популяционных параметров доминирующих видов гидробионтов.

Гидробиологические исследования на сегодняшний день являются частью экологических исследований. Исследования гидробионтов неразрывно связаны со средой обитания. Главными принципами организации гидробиологических исследований являются:

- 1) массовость гидробиологических наблюдений;
- 2) комплексность работ, проведение гидробиологических наблюдений совместно с гидрохимическими и гидрологическими наблюдениями;
- 3) единство методического руководства гидробиологического контроля состояния морских вод;
- 4) централизация всей гидробиологической информации;
- 5) унификация и стандартизация методов гидробиологических наблюдений и контроля.

Обязательными отчетными гидробиологическими показателями являются:

- 1) количественные и качественные характеристики развития морских планктонных и бентосных сообществ;

- 2) исследования вертикального и горизонтального распределения гидробионтов;
- 3) сезонная и многолетняя динамика;
- 4) выявление доминирующих видов
- 5) анализ сукцессионных процессов в морских экосистемах, динамики их изменений, структуры биоценозов;
- 6) изучение биоинвазий, соотношения автохтонных и аллохтонных видов в структуре морских экосистем;
- 7) биоиндикация качества морской воды в условиях антропогенной нагрузки, определение видов-индикаторов, изучение процессов биологического самоочищения.

Биологические характеристики водных экосистем должны быть тесно увязаны с химическими и гидрологическими показателями, причем они должны определяться одновременно, в комплексе. Биологические процессы в морских экосистемах исследуются на уровне сообществ в меняющихся экологических условиях среды.

Разрабатывая методы биологического анализа, гидробиологи стремились судить о качестве воды по населяющим водоем гидробионтам. Такой подход получил наибольшее развитие в европейских странах, прежде всего в Германии, где физиолог Кольквитц и зоолог Марссон предложили систему сапробности (1902-1908). Она была разработана на основе встречаемости (отсутствия) определенных (индикаторных) организмов, характерных для той или иной степени загрязнения вод (преимущественно бытовыми стоками). М.М. Телитченко указывал на всемерное расширение работ по интродукции гидробионтов в водоемы и очистные сооружения с целью интенсификации процессов самоочищения и на разработку рентабельных методов утилизации планктонных водорослей с целью борьбы с эвтрофированием водоемов.

Программа полевых и лабораторных исследований по гидробиологии строится в соответствии с задачами и объемом интересов. Количественные и

качественные данные, полученные по биосистемам водоемов, в обще гидробиологических исследованиях в полной мере могут быть использованы для оценки экологического, санитарного, гигиенического, продукционного и рекреационного состояния водоема. В гидробиологии, как в экологии, в широком смысле приемлем главный метод - количественный: все считается и протоколируется. Ряды наблюдений позволяют построить экологическую модель исследуемой акватории моря. Гидробиологические исследования должны носить мониторинговый характер, сезонный, круглогодичный и многолетний. При наличии длинных рядов наблюдений можно строить прогноз и давать рекомендации по рациональному использованию биологических ресурсов.

Г.Г. Винберг [5] придавал биологическим методам исследования решающую роль в оценке последствий загрязнения по степени нарушенности водной экосистемы, в то время как химические или физические методы обнаруживают, в лучшем случае, наличие загрязнений, но не их последствия. Ценность данных, получаемых в результате биологического анализа морских экосистем, состоит еще и в том, что начинающиеся изменения в видовом составе и в численности организмов водного биоценоза служат сигналом надвигающегося неблагополучия в состоянии водоема еще до того, как концентрации отдельных химических соединений достигли или превысили уровни ПДК.

Теперь при резко возросшем объеме знаний и далеко зашедшей дифференциации наук решение практических задач гидробиологии необходимо вести на уровне быстро развивающихся общетеоретических представлений [5]. Среди гидробиологических методов, специально разработанных для оценки качества морской среды или, точнее, степени общего загрязнения или достигнутой стадии самоочищения виднейшее место занимает старейший из них - система индикаторов сапробности вод, предложенная еще в начале XX века Кольквитцем и Марссоном [5]. Наиболее ценными в показательном отношении Я.Я. Никитинский [6]

признавал организмы обрастаний, поскольку они позволяют получать усредненные оценки протекающей воды, особенно обрастания камней на перекатах. Планктонные организмы должны использоваться для получения картины загрязнения той части водотока, которая находится выше пункта взятия пробы, а бентос - для определения степени загрязнения донных отложений. С другой стороны, флора и фауна заливов могут служить контрольными зонами для оценки состояния прилегающей акватории. Надо иметь в виду, что не загрязняемые заливы содержат биофонд для морской экосистемы, способствующий восстановлению прежде всего фауны.

С.М. Вислоух [7] призывал к наиболее строгим таксономическим определениям организмов, предлагал учитывать обычные для водоема и массовые организмы, ориентироваться на отбор проб в сезоны интенсивного развития групп организмов и формирования наиболее полночленных биоценозов. При отборе проб планктона и бентоса следует учитывать очаговые загрязнения (концентрацию загрязнений) в результате замедленного водообмена. Одни и те же организмы могут характеризовать разную степень антропогенной нагрузки.

Для более эффективной и правильной оценки сапробности вод разработаны рекомендации ученых:

По зоопланктону:

- в связи с постоянной сменой сообщества отборы проб рекомендуется производить круглогодично;

- на степень загрязнения водоема указывает не столько наличие того или иного вида планктонного ракообразного, сколько структура сообщества, видовое разнообразие. Следует обратить внимание на то, что одновременно с сокращением общего числа видов происходит функциональная перестройка сообщества в загрязненных водах, сокращение трофической цепи;

- при использовании только видов-индикаторов слабое загрязнение определяется ненадежно. Надежнее проводить сравнительный анализ всего видового состава и соотношения численности видов;

- в подавляющем большинстве водоемов различного типа организмы зообентоса и их сообщества наиболее четко отражают степень загрязнения;

- необходимо исследовать изменения функциональных характеристик биоценозов донных животных, как реакции на загрязнения;

по макрофитам:

- исследовать роль высшей водной растительности как биологического фильтра;

по водорослям:

- при установлении качества вод по альгологическим показателям нужно исследовать: фитопланктон, перифитон и микрофитобентос;

- важным показателем служит оценка функциональной активности водорослей (фотосинтез, дыхание).

Необходимо учитывать такое явление как антропогенное евтрофирование акватории. Основной показатель уровня трофности – общая биомасса фитопланктона (увеличение - евтрофирование, тем более за счет одной группы - зеленых, диатомовых или сине-зеленых). Градации величин не всегда соответствуют категориям трофности и могут не соответствовать региональным характеристикам водоемов, поэтому следует иметь в виду некоторые качественные характеристики гидробиологических показателей. При достаточной качественной обработке проб: большое разнообразие без доминирующей группы означает более низкую трофность; снижение разнообразия и развитие доминирования одной группы - стадию евтрофирования. С развитием евтрофирования увеличивается число мелкоклеточных видов с доминированием сине-зеленых и хлорококковых; доля крупноклеточных диатомовых и динофлагеллят уменьшается.

Увеличение биомассы зоопланктона всегда указывает на повышение трофности. Общее число видов зоопланктона в пробе (большое число видов в пробе - показатель олиготрофии и, в целом, чистоты водоема или его отдельных участков - экологических зон. При евтрофировании водоем обогащается коловратками, резко ослабляется развитие растительноядных

диаптомусов, увеличивается количество циклопов, уменьшается численность фильтраторов: *Daphnia cucullata*, *D. hyalina*; преобладают собиратели, хвататели и седиментаторы: *Bosmina coregoni*, *Brachyonus calyciflorus*, *Chydorus sphaericus*, *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta*). Численность и биомасса группы кладоцер (увеличение эвритопных кладоцер - дафний и босмин указывает на повышение трофности).

Биологические критерии оценки состояния морской экосистемы дают более обобщенные данные о состоянии водоема, чем химические показатели. Они характеризуют изменения состояния водоема, происходящие за большой отрезок времени воздействия на водоем. Биологический анализ используют для характеристики процессов антропогенного эвтрофирования и для оценки степени загрязнения.

Преимущество биологической индикации состоит в том, что:

1) биологические процессы интегрируют влияние среды и изменение в структуре сообщества;

2) биологические процессы вскрывают скорость и направление изменения отдельных параметров среды;

3) морская биота аккумулируя и трансформируя химические соединения, указывает на пути миграции и места накопления загрязняющих веществ в экологической системе.

Экологическое состояние водных экосистем в целом и их участков можно оценивать через структуру сообществ. Структура сообществ характеризуется количественным и качественным сочетанием организмов - индикаторов разного экологического состояния и антропогенного загрязнения вод. Каждый организм осваивает среду обитания в пределах своих морфофизиологических характеристик (экологического спектра) или толерантности. Концепция организма-индикатора лежит в основе «биотического индекса». Каждый биотический индекс может быть специфичным для одного, возможно двух-трех типов загрязнения, но не может быть чувствительным ко всем видам загрязнения (органического,

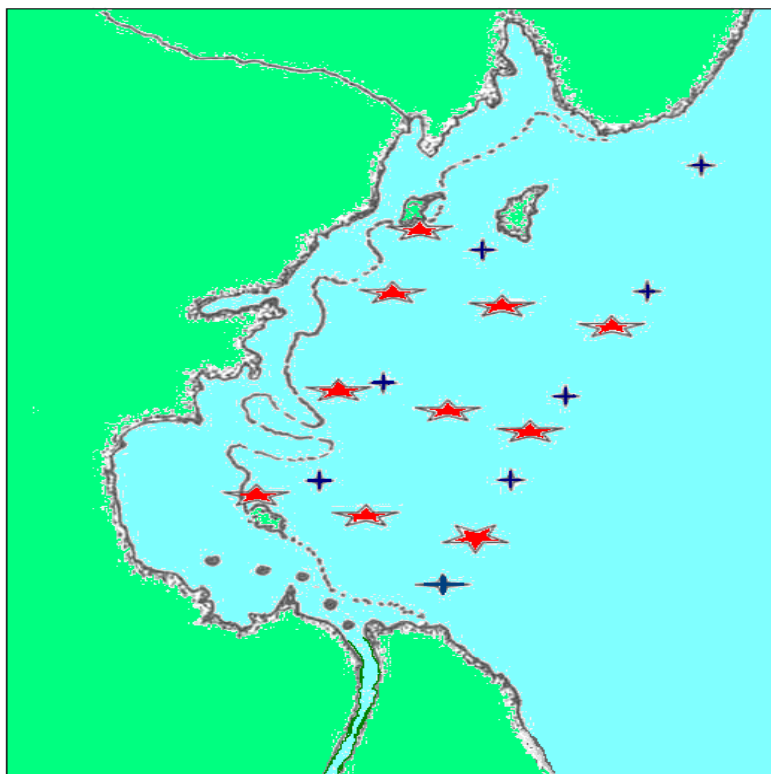
нефтяного, металлами, детергентами, пестицидами и т. д.).

1. Био(цено)гические индексы, характеризующие качество воды по составу и структуре сообществ.
2. Индексы сапробности (расчетные индексы степени загрязнения воды).
3. Индексы сходства видового состава сообществ, находящихся в разных условиях относительно загрязнения.

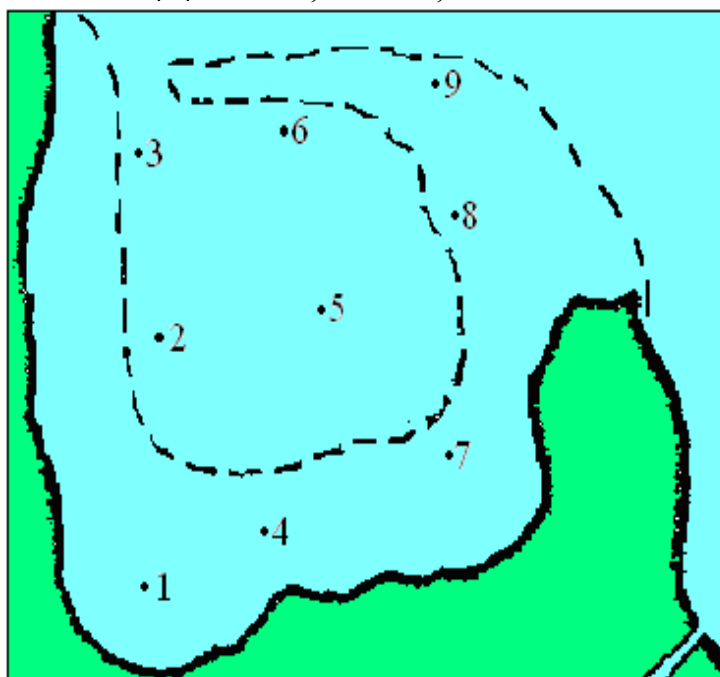
1.1.Методики, применяемые в гидробиологических исследованиях в Среднем Каспии

Фитопланктон. Материалом для фитопланктонных исследований служат пробы, собранные посезонно с 9 станций Сулакского, с 7 станций Кизляского и 5 станций Аграханского заливов, а также с 53 станций в дагестанском районе Каспия, расположенных на десяти стандартных параллельных широтных разрезах с охватом глубин 8 – 100м (рис. 1.1.-1.4), с горизонтов 0, 10, 25, 50, 100м батометром Нансена с последующей фиксацией в 4% формалине. Отбор материала по фитопланктону производится литровым батометром Молчанова, на мелководьях - сетью типа Апштейна малая модель с кутцом из газа № 76.

Фиксированные пробы отстаиваются в темноте не менее 15 суток. Материал концентрируют общепринятым методом осаждения [12]. Камеральная обработка проводится в камере типа Ножотта, объемом 0,1мл [10] с трехкратной повторностью под световым микроскопом Биолам Р15 (увеличение x400 и x200). Для определения видов и их экологической характеристики используют многочисленные определители и руководства [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20]



**Рисунок 1.1 - Карта-схема распределения гидробиологических станций
Кизлярского залива в 2003-2006гг.
☆- 2003г;- 2005г;- 2006г.**



**Рисунок 1.2 - Карта-схема распределения гидробиологических станций
Сулакского залива
- - - - до поднятия уровня; ● - номера станций**

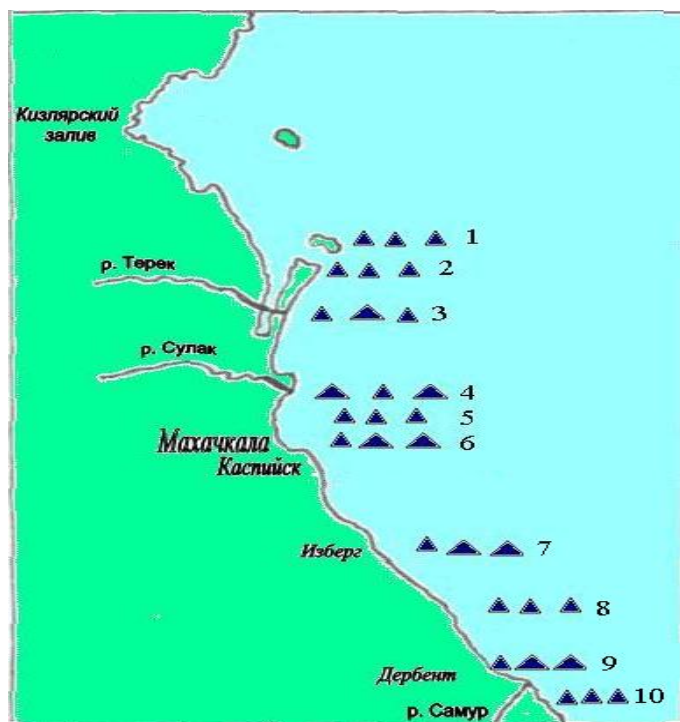


Рисунок 1.3 - Карта-схема распределения гидробиологических станций дагестанского района побережья Каспия

- | | |
|---------------------|----------------|
| 1. о. Чечень; | 6. Махачкала; |
| 2. п-ов Лопатино; | 7. Избербаш; |
| 3. Уч. Коса; | 8. р. Уллучай; |
| 4. р. Сулак; | 9. Дербент; |
| 5. р. Кривая Балка; | 10. р. Самур. |

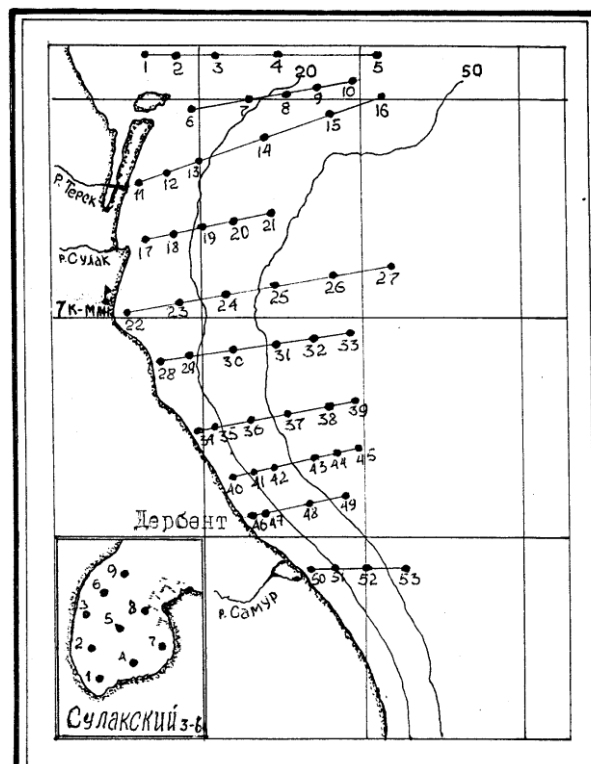
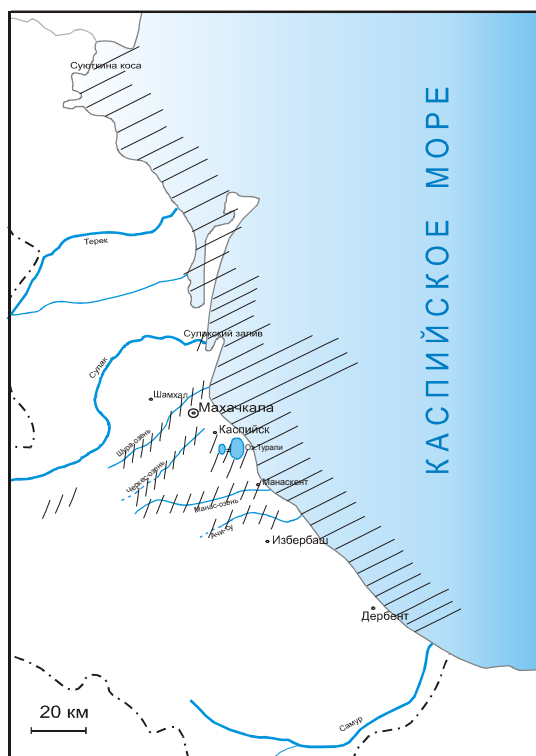


Рисунок 1.4 - Районы исследований (штриховкой обозначены места сбора раковин моллюсков)

При классификации диатомовых водорослей используется система отечественных диатомологов, динофлагелят – схема Доджа. Сине-зеленые даны по системе А.А. Еленкина с изменениями принятыми А.И. Прошкиной-Лавренко и В.В. Макаровой (1968). Классификация отдела *Chlorophyta* дается по системе Прошкиной-Лавренко. Для каждой станции определяются следующие показатели разнообразия: коэффициенты доминирования Симсона, индекс Шеннона.

Зоопланктон. Зоопланктон является наиболее многочисленной группой гидробионтов, имеющих огромное экологическое и хозяйственное значение. Он потребляет формирующееся в водоемах и приносящееся извне органическое вещество, ответственен за самоочищение водоемов и водотоков, составляет основу питания большинства видов рыб, наконец, планктон служит прекрасным индикатором для оценки качества воды.

Исследования зоопланктонных организмов помогают определить загрязненность водоемов и определить экологические особенности определенной области. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Прежде всего, влияние антропогенных факторов, и в частности, загрязнения отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов.

Для анализа структуры зоопланктона рассчитывают характеристики показателей видового богатства анализируется общее количество видов в списке ($S_{\text{общ}}$), число видов в пробе ($S_{\text{пр}}$) или найденных в водоеме за год, индекс Маргалефа $(S-1)/\ln N_{\text{общ}}$ [21]. Уровень доминирования в сообществе измеряют с использованием индексов Симпсона ($I_{\text{Simp}} = \sum p_i^2$) и Бергера-Паркера ($I_{\text{B/P}} = p_{\text{max}}$) [21, 22], по количеству доминантов [23], а также графическим способом [24]. Видовое разнообразие зоопланктона определяется по индексу Шеннона $-\sum p_i \log_2 p_i$, который рассчитывается по

биомассе (H_b) или численности (H_n) [21]. Иногда пользуются показателями, выводимыми из индекса Симпсона $1 - \sum p_i^2$, $1 - \sum p_i^2$ [21]. Для оценки изменения состава видов и трофического статуса водоемов по зоопланктону используется фаунистический индекс трофности (E):

$$E = K(x+1)/(A+Y)*(y+1) \quad (1)$$

где: K , A , Y – число видов коловраток, копепод и кладоцер соответственно, x – число видов-индикаторов мезо- и эвтрофии, y – число видов-индикаторов олиго- и мезотрофии.

Соотношение обилия ракообразных и коловраток (B_{cr}/B_{tot} , N_{cr}/N_{tot}) рассчитывается для оценки изменчивости размерной структуры сообщества и кормового значения зоопланктона для рыб-планктофагов. Динамику размерно-массовой структуры сообщества определяется по показателю средней индивидуальной массы особей ($w_{cp} = B_{общ}/N_{общ}$) [23].

Индекс Жаккара. Предложенная П. Жаккаром формула, означающая отношение числа видов, найденных на двух исследуемых участках биотопа, к сумме видов, найденных на участке A , но не найденных на участке B , и найденных на участке B , но отсутствующих на участке A .

$$I_{жз} = \frac{C}{A+B} \cdot 100, \quad (2)$$

называется также коэффициентом флористического сходства (общности).

Индекс видового сходства Серенса:

$$K = \frac{2c}{a+b}, \quad (3)$$

где a и b - число видов, обнаруженных в каждом из сравниваемых биоценозов, c - число общих для них видов. По существу не отличается от индекса Жаккара.

Отбор проб

Сбор гидробиологического материала в Среднем Каспии проводится на станциях стандартных широтных разрезов по принятой сетке станций (рис.

1.5). Эта схема совпадает со схемой, применявшейся в гидробиологических исследованиях с 30-х годов прошлого столетия, и позволяет оценить полученные данные в многолетней динамике. Основным орудием лова планктона является планктонная сеть разных моделей [26]. Кроме планктонных сетей существуют и другие приборы лова Батометр Молчанова разных емкостей, планктонные индикаторы планктонные регистраторы и другие модернизированные современные приборы сбора планктона. Однако в качестве стандартного орудия лова при количественных исследованиях в Каспии приняты планктонные сети (рис. 1.5).

В гидробиологическом мониторинге приняты два стандартных размера планктонной сети с диаметром входного отверстия 25 или 40 см и длиной конуса 55 или 100 см соответственно.

В качестве основного орудия лова мезозoopланктона в условиях Каспия принята сеть Джудея, как более уловистая на глубинах более 20 м и на глубинах до 20 м сеть Апштейна малая модель [26]. Основные различия этих сетей в том, что они имеют разную площадь входного отверстия. Сеть Джудея также снабжена замыкателем для послонного лова.

Сеть Апштейна (сита из газа №38, диаметр входного отверстия 25 см) нами модернизирована для работы в условиях западных побережий Среднего Каспия, снабдив ее верхним обратным конусом, что значительно улучшила уловистость этой сетки (рис. 1.5)

Основные формы использования планктонной сети - траление и процеживание.

Метод процеживания особенно важен и чаще всего используется для изучения прибрежного планктона, видовой состав которого отличается от такового в центре водоема. Для определения суточной активности и вертикального распределения гидробионтов сеть снабжена замковым механизмом, позволяющим отобрать пробу с определенного горизонта или слоя.



Рисунок 1.5 - Модернизированная для условий побережья Каспия планктонная сеть Апштейна (малая модель) с фирменным планктонным стаканом

При проведении серьезных гидробиологических исследований, отбор проб осуществляется регулярно в течение года – обычно 2 раза в месяц.

1 отбор: начало мая (начало подъема численности различных животных);

2 отбор: конец мая (пик численности веслоногих ракообразных и их личинок);

3 отбор: начало-середина июня (пик численности дафний);

4 отбор: конец июня («цветение» водоема, угнетенное состояние зоопланктона, развитие мелких форм);

5, 6, 7 отборы: по одной пробе в июле, августе, сентябре;

8 отбор: октябрь (в это время можно обнаружить самцов ветвистоусых ракообразных, по которым зачастую легче определить их до вида).

В условиях Среднего Каспия гидробиологические съемки проводятся обычно посезонно (май, август октябрь февраль).

Собранный материал фиксируют обычно формалином из такого расчета, чтобы в результате получился 4% раствор. Обычно формалин имеется в виде 40% раствора, так что нужна 1 часть формалина на 9 частей водной пробы. Однако, при такой фиксации пробы должны храниться в теплом месте, т.к. при отрицательных температурах формалин дает сильный

осадок.

Другой фиксатор - спирт, из расчета, чтобы получить 70% раствор. Каждая проба, оставляемая на хранение, или для дальнейшей транспортировки, должна быть снабжена этикеткой или надписью на таре не смываемой тушью или фломастером (рис. 1.6).

Этикетку нужно писать тушью на пергаментной бумаге или кальке и вложить внутрь пузырька, в котором пробы будут храниться.

В многочисленных методических указаниях [26, 27, 28, 29, 30, 31, 32] подробно описано методы лабораторного анализа и обработки зоопланктонных проб.



Рисунок 1.6 - Этикетирование проб

Определение проводится под разными увеличениями бинокля или микроскопа.

В лаборатории гидробиологии и химической экологии моря ПИБР ДНЦ РАН определение проводится под разными увеличениями бинокля МБС 9 или микроскопа «Олимпус» (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 - Обработка зоопланктона в условиях лаборатории

Зообентос. Существует два основных орудия сбора бентоса с борта судна: дночерпатель и трал, каждый из которых имеет многочисленные модификации, различающиеся как конструктивно, так и уловистостью. Наиболее распространены в России дночерпатель «Океан-50». Здесь они дают результаты и организация их значительно проще, и пробы с их помощью можно собирать в гораздо большем диапазоне глубин. Кроме того, в последнее время получают распространение модифицированные дночерпатели - так называемые кореры (от англ. corer - пробоотборник) и эпибентосные тралы, снабжённые разными системами, препятствующими их погружению в грунт.

Дночерпатель – это ковш, вырезающий кусок грунта при отборе пробы. Поскольку дночерпатель берёт вырезанную часть грунта целиком, что помогает пересчитать массу и плотность поселений на единицу площади, поэтому он считается количественным орудием лова.

Подвижные и лёгкие организмы, сидящие на поверхности грунта: они убегают от него или сдуваются дночерпателем при опускании его на грунт.

Крупные организмы, по размерам сопоставимые с дночерпателем, а также виды с низкой плотностью поселений – ошибка определения численных показателей таких видов очень велика.

Особь, закапывающиеся глубже, чем проникает дночерпатель.

Крупные виды способны закапываться на глубину нескольких десятков сантиметров. Наиболее распространенный в России дночерпатель «Океан» дает сильно заниженные значения биомассы на плотных мелкозернистых песках, в которые он проникает неглубоко

Все эти факторы приводят к смещению оценки роли различных видов в сообществах. Так, только из-за недоучёта крупных глубоко закапывающихся особей, по данным А.А. Нейман [33], средняя биомасса руководящих видов в пробах, собранных дночерпателем «Океан-50», в некоторых типах сообществ в 400 раз меньше, а средняя суммарная биомасса бентоса - в 50 раз меньше, чем в пробах, собранных дночерпателем Гордеева. Любое измерение проводится с ошибкой. Отбор гидробиологических проб - не исключение. Для определения величины этой ошибки необходимо на каждой станции отбирать более одной пробы. В противном случае в дальнейшем будет очень трудно понять, действительно ли различны пробы с разных станций или же различия не превышают ошибки измерений. Работ, в которых бы определяли ошибку дночерпательных проб немного, но порядок величин можно понять из следующих данных.

А. Ярвекюльг [34], проанализировав свои и литературные данные, пришёл к выводу, что на мягких грунтах все модели дночерпателей дают сходные величины, на плотных - чем тяжелее дночерпатель, тем больше он ловит. Варьирование суммарной биомассы в повторных дночерпательных пробах обычно меньше, чем на порядок, суммарная плотность варьирует меньше.

В нижней сублиторали Северного моря 2 пробы дночерпателем Ван-Вина ($0,1\text{ м}^2$) приносят 50-60% и 8 проб - 90% видов макрофауны [35].

Для достоверного определения общей плотности зообентоса на озёрных илах достаточно брать на станции 2 пробы дночерпателем Экмана $0,5\text{ м}^2$, 3 пробы дночерпателем Экмана $0,225\text{ м}^2$, 5 проб пневматическим дночерпателем $0,045\text{ м}^2$ или 20 проб пневматическим дночерпателем $0,01\text{ м}^2$; для точного учёта плотности отдельных видов количество проб следует

удвоить или утроить [36]. Поскольку в пресных водах размер организмов гораздо меньше, чем в море, для морских исследований цифры эти следует увеличить.

Оригинальный подход к оценке достоверности получаемых с помощью дночерпателя данных по распределению видов дал В.Е. Стрельцов.

При дночерпательных сборах для получения достоверных цифр при прочих равных условиях лучше использовать меньший дночерпатель, но большее число проб. При выборе размера дночерпателя следует учитывать то, что дночерпатель меньших размеров пропорционально легче (т. е. хуже облавливает глубоко закапывающиеся формы) и принимать во внимание размер учитываемых организмов (он должен быть существенно меньше, чем размер учётной площадки). Размеры морских организмов обычно вынуждают использовать дночерпатели максимальных размеров - по техническим соображениям это $0,25\text{м}^2$, но и такой размер не позволяет точно оценить биомассу и численность крупных и редко встречающихся видов.

Трал представляет собой большой сачок: мешок на раме. При движении он то закапывается в грунт, то скользит по грунту, то всплывает над ним. Поэтому реально нет возможности пересчитать улов на площадь. Но как орудие лова, трал обладает и достоинствами: он лучше дночерпателя облавливает некоторые организмы. Это:

- подвижные и легкие организмы, сидящие на поверхности грунта;
- крупные организмы, по размерам сопоставимые с дночерпателем.
- крупные малоподвижные и неподвижные организмы, сидящие на скалах и валунах, расположенных среди рыхлых грунтов.

Соответственно, выделяют дночерпательный и траловый бентос. Естественно, данные, полученные тралами и дночерпателями, сопоставимы с трудом. Тем не менее, поскольку эти орудия лова существенно дополняют друг друга, для выяснения полной картины распределения сообществ на дне необходимо использовать их вместе. Ещё лучше, если данные тралов и дночерпателей будут дополнены визуальными наблюдениями (во время

погружений с аквалангом или из обитаемого или необитаемого подводного аппарата). Анализ данных, полученных разными орудиями лова и наблюдениями, даст достаточно полную картину распределения донных сообществ.

Отбор проб по зообентосу в Каспии приводится с применением дночерпателей различных типов с зависимости от глубин. На больших глубинах (свыше 20м) пробы бентоса отбираются с судна с применением дночерпателя «Океан-50» с охватом $0,1\text{м}^2$. Малые дночерпатели типа Петерсена ($0,025\text{м}^2$) применяются на мелководьях до глубин 20м и могут быть отобраны в ручную (рис. 1.8) [30].



Рисунок 1.8 - Отбор проб зообентоса с применением дночерпателя Петерсена ($0,025\text{ м}^2$)

Обработка гидробиологического материала зообентоса с учетом их встречаемости в сообществах проводится по общепринятой счетно-весовой методике и по Атласу беспозвоночных. Исходя из характеристик биоценозов, их зависимости от субстрата, солености и глубины определяются устойчивые сообщества гидробионтов на основных типах грунтов. Полученные первичные данные заносятся в специальные бентосные карточки.

Подсчет статистических показателей, построение графиков, вычисление формул производится с помощью стандартной компьютерной программы «MicrosoftExcel 2003».

При составлении карт-схем распределений параметров среды, численности и биомассы бентосных организмов используется зоологическое картографирование с помощью компьютерных программ ГИС «Surfer, ver. 6.32» и «ArcView 3,0» [37].

Таким образом, систематические гидробиологические исследования на Каспии проводятся с начала 20-го столетия. Существующая схема стандартных вековых разрезов Каспия и введенные лабораторией гидробиологии и химической экологии моря дополнительные разрезы по прибрежным мелководьям и по заливам дают достаточно полную картину распределения и динамики функционирования экосистем Каспия в сезонной и многолетней динамике.

Для проведения таких масштабных исследований должны быть задействованы НИ суда, снабженные научным оборудованием, приборами и 2-3-мя кран-балками для работы сотрудников. Кроме того для взятия проб по мелководьям и по заливам должны работать маломерные суда типа «Казанка» или «Прогресс».

Работая круглосуточно на НИС «ЦАДА» (РС 300), при благоприятных метеоусловиях, сотрудники лаборатории, экспедицию по вековым разрезам Среднего Каспия могли завершить в течение 15-16 дней.

Кроме того для выполнения работ по побережьям и по заливам, в зависимости от поставленных задач, также уходит 5-6 дней. С учетом всех затрат (ГСМ, оплаты командировочных и прочих расходов) такие дорогостоящие экспедиции не под силу одному коллективу.

С другой стороны, накопившийся гидробиологический, гидролого-гидрохимический и ихтиологический материал за более чем 200 лет наблюдений на Каспии показывают, что в этом плане Каспий достаточно хорошо исследован и нет необходимости проведения таких дорого стоящих экспедиций. В 70-80-х годах РАН СССР, через каждые 10 лет организовывал всекаспийские экспедиции с привлечением всех научно-исследовательских

институтов и других заинтересованных организаций, работающих на Каспии. Для получения информации о современных природно-экологических условиях Каспия, проведение таких экспедиций через каждые 10 лет было бы вполне достаточно.

В настоящее время, с усилением антропогенного воздействия на экосистему Каспия, угрозой загрязнения связанные добычей углеводородного сырья, биологических инвазий и многих других факторов, необходимо проведение постоянного мониторинга. Для этого считаем необходимым организации постоянных станций на путях основных источников загрязнения, инвазийных потоков и в устьевых зонах крупных рек Терек, Сулак и Самур. Основным источником, как биологического, так и химического загрязнения Среднего Каспия является р. Волга. Поэтому на путях волжского стока в районе о. Чечень также необходимо заложить постоянно действующие станции на 5, 10, 25 м изобатах.

Для проведения таких мониторинговых исследований вполне пригодна сетка станций, по которой работает лаборатория гидробиологии и химической экологии моря ПИБР ДНЦ РАН в упрощенном варианте, уменьшив количество разрезов до 4-х с 12-ю точками отбора проб.

Многолетняя практика отбор гидробиологических проб на Каспии, как с борта судна, так и с маломерных судов показывает, что на каждой станции желательнее взять не менее 2-х проб.

Требуется модернизации и применяемые орудия отбора гидробиологического материала. Применяемая на мелководьях для сбора зоопланктонных проб сеть Апштейна малая модель нами снабжена верхней надставкой, которая значительно улучшает уловистость сети в условиях Каспия.

С появлением на Каспии Азово-Черноморского вселенца гребневика мнемнопсиса *Mnemiopsis leidyi* А.Агассиз возникла проблема сбора этого желетелого хищника, не разрушая их конструкцию. Особенно крупные экземпляры проходя через сеть сильно разрушались. Чтобы устранить эту

проблему, нами рекомендовано вставить в верхнюю надставку сети крупноячеистый конус с широким съемным стаканом на конце. После подъема сетки его легко можно снять и слить содержимое в тазик, не разрушая структуру крупной части гребневиков. Мелкие экземпляры, которые прошли через крупную ячею обрабатывают вместе с остальным планктоном. Гидробиологические съемки 2001-2002 гг. показали, что такой вариант сбора гребневика дает наиболее полную картину численности и структуры популяции этого вселенца.

Батометры, как орудия отбора проб с маломерных судов не удобны и не практичны. Многолетняя практика проведения гидробиологических работ на Каспии показала, как было отмечено выше, что дночерпатели, как орудия донной и частично придонной фауны не всегда дают полную картину состояния донных экосистем. Поэтому созданию технических средств обследования обширных участков морского дна, включая состояние рельефа дна, структуры толщи, поиск неоднородностей и объектов, как на дне, так и в слое придонного грунта, а также химическим и физическим свойствам придонных отложений в настоящее время уделяется большое внимание. Это связано с интересами многих стран к ресурсам моря, как источника огромных сырьевых ресурсов, что стимулирует развитие методов и средств исследования и изучения структуры морского дна.

Среди известных методов исследования придонных отложений, и метод забора проб со дна посредством дночерпателя «Океан-50» с дальнейшим исследованием этих проб в лабораторных условиях. Основным недостатком использования ковша типа Океан-50, предназначенного для забора придонных проб со дна моря является отсутствие возможности визуального выбора места отбора проб, что приводит во многих случаях к трате времени, т.к. часто черпалка не производит полноценный отбор пробы из-за неправильного расположения захвата ковша по отношению к рельефу дна моря. Причем, выявить наличие или отсутствие пробы в дночерпателе можно, только после поднятия ее на борт судна, на что тратится время, а это

приводит к снижению производительности процесса отбора пробы затрате ресурсов.

Кроме того, сам дночерпатель может располагаться по отношению к дну моря под уклоном, обусловленный наличием глубинных морских течений, которые влияют на положение, свободнопадающего пробоотборника, а у оператора нет возможности не только визуального наблюдения за ее положением, но и возможности управления положением дночерпателя по отношению рельефа дна с борта судна-буксира.

В связи с этим, в работе предлагаются:

1. Установить на дночерпателе инклинометры, т.е. датчики ее положения по отношению к горизонту;
2. Установить датчик для определения положения створок ковша;
3. Установить управляющие тросы по четырем углам ковша с датчиками измерения длины выпуска тросов и возможностью независимого управления длиной каждого троса;
4. Установить на ковше видеокамеру высокой разрешающей способности для визуального осмотра рельефа дна, т.е. точки отбора пробы.

Инклинометр (датчик угла наклона) предназначен для двухосевого высокоточного измерения угла наклона с электрическим выходным сигналом, пропорциональным углу наклона датчика, являются сравнительно новыми приборами, доведенными до широкого промышленного применения в последние годы. Их высокая точность, небольшие размеры, отсутствие подвижных механических узлов и простота крепления на объекте делают целесообразным использовать их не только в качестве датчиков крена, но и заменять ими угловые датчики, причем не только на стационарных, но и на подвижных объектах. Максимальное удаление электронного блока от контрольного пункта - до 500м.

Наличие цифрового интерфейса позволяет передавать точные значения угла наклона, производить удаленное конфигурирование, делать предустановки с выдачей управляющего сигнала на исполнительное

устройство. Измерительный цикл 10 Гц, установка показаний не более 0,5 с.

Инclinometer спроектирован так, что имеет линейную зависимость выходного сигнала от угла наклона в одной - так называемой рабочей плоскости и практически не изменяет показания в другой (нерабочей) плоскости, при этом его сигнал слабо зависит от изменения температуры.

Для определения положения плоскости в пространстве используется два, расположенных под углом 90° друг к другу инclinometer. Выпускаемые приборы охватывают диапазоны измерения углов от ±2° до ±10° (табл. 1.1) - инclinometer малых углов; от ±20° до ±70° (табл. 1.2) - инclinometer средних углов; от ±90° до ±135° (табл. 1.3) - инclinometer больших углов. Таким образом, охватывается весь угловой диапазон от 4° до 270°. По заказу может быть поставлен датчик крена на любой промежуточный диапазон, лежащий в указанных выше пределах. Электронный блок питается от однополярного напряжения в диапазоне 5 ...36В, потребляя при этом ток от 5мА до 10мА в зависимости от напряжения питания. При этом допускается пульсация питающего напряжения до 200мВ.

Таблица 1.1 - Инclinometer малых углов

Тип прибора	ДК1-А	ДК1-В	ДК1-С
Диапазон	±20°; ±30°	±45°	±60° ; ±70°
Порог чувствительности	0.001°	0.001°	0.001°
Линейность, ±%	0.15 - 0.5	0.15 - 0.5	0.15 - 0.5
Повторяемость "0"	0.03°	0.04°	0.05°
Погрешность при поперечном наклоне до 45°	±1%	±1%	±1%
Постоянная времени прибора, сек	0.1	0.15	0.2
Полоса пропускания (-3dB), Гц	3	2	1.5
Температурный коэффициент "0"	0.01%/°C	0.01%/°C	0.01%/°C
Температурный коэффициент наклона характеристики	0.03%/°C	0.03%/°C	0.03%/°C
Диапазон рабочих температур, °C	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора	ДК1-АТ	ДК1-ВТ	ДК1-СТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, °C	-40 ... +85	-40 ... +85	-40 ... +85

Таблица 1.2 - Инклинометры средних углов

Тип прибора	ДК1-1А	ДК1-1В	ДК1-1С
Диапазон	$\pm 2^\circ$	$\pm 5^\circ$	$\pm 10^\circ$
Порог чувствительности	0.001°	0.001°	0.001°
Линейность, $\pm\%$	0.5 - 1.0	0.25 - 0.75	0.2 - 0.5
Повторяемость "0"	$0.015^\circ - 0.02^\circ$	$0.02^\circ - 0.03^\circ$	$0.02^\circ - 0.03^\circ$
Погрешность при поперечном наклоне до 45°	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$	$\pm 1\%$
Постоянная времени прибора, сек	0.1	0.1	0.1
Полоса пропускания (-3dB), Гц	3	3	3
Температурный коэффициент "0"	$0.04\%/^\circ\text{C}$	$0.02\%/^\circ\text{C}$	$0.015\%/^\circ\text{C}$
Температурный коэффициент наклона характеристики	$0.08\%/^\circ\text{C}$	$0.05\%/^\circ\text{C}$	$0.04\%/^\circ\text{C}$
Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора		ДК1-1ВТ	ДК1-1СТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, $^\circ\text{C}$		-40 ... +85	-40 ... +85

Таблица 1.3 - Инклинометры больших углов

Тип прибора	ДК1-2А	ДК1-2В	ДК1-2С
Диапазон	$\pm 90^\circ$	$\pm 120^\circ$	$\pm 135^\circ$
Порог чувствительности	0.01°	0.02°	0.05°
Линейность, $\pm\%$	0.75 - 1.5	1.0 - 2.0	1.5 - 2.5
Повторяемость "0"	0.05°	0.1°	0.3°
Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$	-40 ... +60	-40 ... +60	-40 ... +60
Тип прибора	ДК1-2АТ	ДК1-2ВТ	ДК1-2СТ
Диапазон рабочих температур для модификации Т, $^\circ\text{C}$	-40 ... +85	-40 ... +85	-40 ... +85

Выходной сигнал: однополярное или двухполярное постоянное напряжение, лежащее в пределах от 0 ... +2В до 0 ... +10В или от 0 ... ± 2 В до 0 ... ± 10 В с сопротивлением нагрузки от 10к Ω . Напряжение пульсации на нагрузке - менее 0,1% номинального выходного сигнала.

Для датчиков наклона с токовым выходом основной электронный блок дополнен преобразователем напряжения в ток 4-20мА; выпускаются все типы инклинометров, перечисленные в таблицах 1.1, 1.2, 1.3.

Чаще всего выбирается напряжение питания 24В, максимальное

потребление прибора (при выходном токе 20мА) меньше 30мА. Максимальное удаление электронного блока от контрольного пункта - до 500м.

Инклинометр выполнен в виде законченного блока. Инклинометр состоит из корпуса с размещенной внутри электронной схемой. На корпусе размещен разъем для подсоединения электрических цепей. Два сквозных отверстия предназначены для крепления инклинометра на рабочей плоскости. Питание инклинометра осуществляется от стабилизированного источника питания. Стыковка инклинометра с остальными элементами системы и источником питания осуществляется с помощью электрического кабеля через распаянный на его конце ответный разъем.

Инклинометр подключения к системе управления и визуализации производится по последовательному интерфейсу (RS-232 или CAN).

Инклинометр размещается на плоскости, наклон которой требуется контролировать.

Например, инклинометр GNAMG выпускается в нескольких исполнениях с различными интерфейсами:

- GNAMG.0XX5P32 - CANopen / кабельный вывод
- GNAMG.0XX3P32 - Profibus DPV0 / кабельный вывод

Инклинометр GNAMG не требует специального программного обеспечения, при правильном монтаже он автоматически распознаётся центральным элементом, имеющейся системы управления (например, PLC или компьютером). При заказе инклинометра бесплатно предоставляется конфигурационный файл GSD (Profibus) или EDS (CANopen), соответственно исполнению инклинометра, для установки необходимых параметров.

Файлы GSD и EDS содержат все данные, необходимые для нормальной работы инклинометра и делятся на два раздела. В первом размещены данные о производителе и о продукте, идентификационные номера и спецификация полевой шины. Во втором разделе файла находятся данные, специфицируемые пользователем, параметры и их описания, возможности самодиагностики. Программируемые параметры: разрешение, предустановки, прохождение

среднего значения. Формат файлов соответствует стандарту EN 50170, что позволяет использовать инклинометр GNAMG в стандартизированных системах автоматизации в сочетании с различными контроллерами, например, SIMATIC, производства Siemens.

Инклинометр GNAMG в двухмерном исполнении 15°, 30° или 60° должен быть установлен на объекте строго горизонтально. При этом, неважно, монтажная плата обращена вниз или вверх, то есть он может быть, повернут на 180°. При одновременном наклоне по обеим осям X и Y датчик выдаёт отдельно измеренные значения угла наклона по каждой оси. Изменяя настройку «Preset», можно устанавливать или изменять исходную точку отсчёта, то есть положение ноля по каждой оси. Настройка «Offset» позволяет устанавливать граничные предустановки по каждой оси.

Инклинометр GNAMG в одномерном исполнении 360° должен быть установлен на объекте таким образом, чтобы ось X была параллельна вектору силы тяжести, допускается отклонение $\pm 3^\circ$. При этом должно быть исключено движение или наклон по оси Y, чтобы это не повлияло на точность выдаваемых результатов. Датчик поставляется с завода-изготовителя в исходном «нулевом» положении и с измерением угла по часовой стрелке. Обе настройки могут быть изменены пользователем.

Информация с инклинометра по последовательному интерфейсу передается на бортовую вычислительную машину, которая после обработки этой информации на экране отображает положение дночерпателя по отношению к поверхности дна. Кроме того, при заборе проб с помощью дночерпателя возможна утеря части образца, поэтому рекомендуется установить датчик положения створок дночерпателя. При этом, если створки не закрыты полностью, производить повторный забор пробы и тем самым повысить производительность процесса отбора проб с использованием дночерпателя. Обобщенная структурная схема системы автоматического управления положением дночерпателя приведена на рисунке 1.9, где:

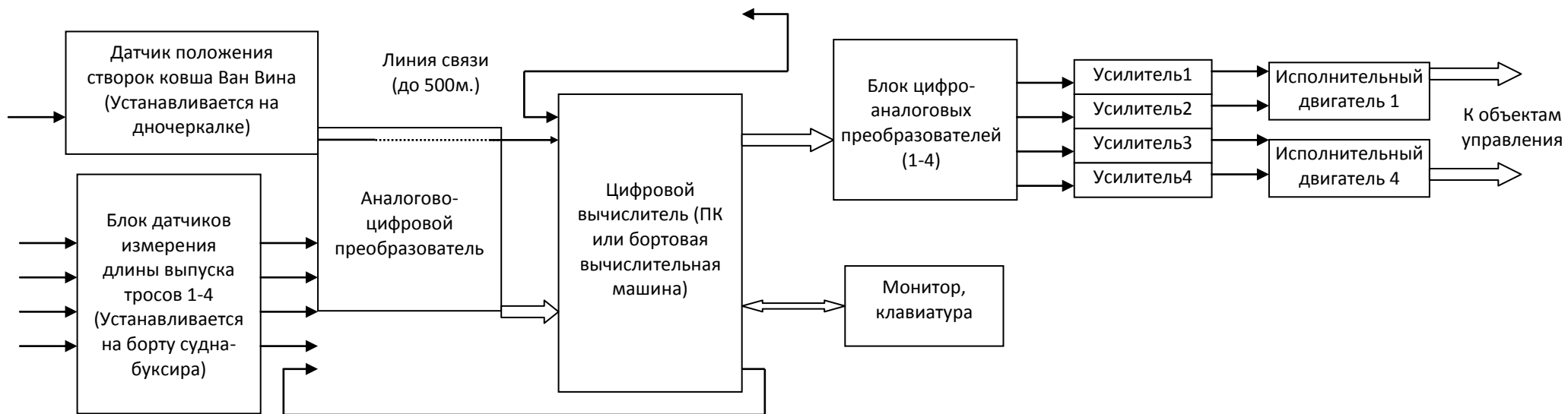


Рисунок 1.9 - Структурная схема системы автоматического управления положением дночерпателя

Инклинометр (устанавливается в черпаке) для определения положения ковша в плоскости XY и передачи угловых значений на бортовую вычислительную машину по последовательному интерфейсу двух проводному CAN. Полученная информация обрабатывается вычислителями и, если ковш занимает не горизонтальное положение, вычислитель формирует управляющее воздействие, которое подается через усилитель на соответствующий исполнительный двигатель (реверсивный двигатель постоянного тока) посредством, которого регулируется длина троса и тем самым производится корректировка положения ковша по отношению поверхности дна.

Вся оперативная информация, а также визуальное положение ковша и рельеф морского дна отображаются на мониторе вычислителя. При этом оператор процесса забора проб имеет возможность оперативного ручного вмешательства в сам процесс забора и управления положением ковша

ВЫВОДЫ

1. Для получения объективной информации о современных природно-экологических условиях Каспия, необходимо проведение всекаспийских экспедиции с привлечением всех научно-исследовательских институтов и других заинтересованных организаций, работающих на Каспии через каждые 10 лет.

2. В настоящее время, с усилением антропогенного воздействия на экосистему Каспия, угрозой загрязнения связанные добычей углеводородного сырья, биологических инвазий и многих других факторов, необходимо проведение постоянного мониторинга с организацией постоянных станций на путях основных источников загрязнения, инвазийных потоков и в устьевых зонах крупных рек Терек, Сулак и Самур, а также на путях волжского стока в районе о. Чечень, для чего также необходима организация постоянно действующих станций на 5, 10, 25 м изобатах.

ГЛАВА II.

РАЗРАБОТКА ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО МЕТОДА И КОМПЬЮТЕРНОЙ ПРОГРАММЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ

2.1. Пояснительная записка методы проведения гидроакустических съемок водных биоресурсов

Задача количественной оценки и построение карт распределения рыбных запасов, изучение влияния окружающей среды на временную динамику рыбных биомасс и ее пространственного распределения представляет несомненный интерес для рыбохозяйственных и природоохранных целей. Такие знания существенно помогают в сохранении водных биоресурсов. При мощном воздействии многочисленных антропогенных факторов, которые наблюдаются почти повсеместно, для сохранения рыбных запасов необходима правильная их эксплуатация.

Для контроля состояния, оценки и изучения биоресурсов широко применяются биологические методы, основанные на проведении обловов с помощью различных контрольных орудий лова. К сожалению, эти методы не всегда обеспечивают необходимую точность количественной оценки рыбных ресурсов. Известно, что результат количественной оценки рыб по данным траловых съемок (траловые съемки, как правило, используются для оценки запасов на морских акваториях) в значительной степени зависит от точности данных о селективности и уловистости трала. Часто вариации этих параметров высоки и сильно отличаются для разных видов рыб. При количественной оценке многовидовых скоплений, как правило, точных данных о коэффициенте уловистости и селективности орудий лова для всех облавливаемых видов недостаточно. Кроме этого результаты тралений в большой степени зависят от опыта и умения судоводителя и команды и при невысокой квалификации экипажа результаты количественной оценки будут

занижены. При траловых съемках невозможно исследовать всю толщу воды, а результаты вычислений основываются лишь на данных, полученных в слое облова. Еще одним недостатком данного метода является то, что данные имеют прерывистый характер, поскольку расстояния между траловыми станциями значительно больше, нежели полосы тралений. При высокой неоднородности распределения рыбных скоплений степень пространственной неопределенности может быть очень большой. Еще большая неопределенность относится к результатам оценок рыбных запасов на внутренних водоемах, когда в качестве орудий лова используются жаберные сети.

Этих недостатков лишен гидроакустический метод (ГАМ) количественной оценки, основанный на проведении гидроакустических съемок (ГАС). По сравнению с биологическими методами этот метод бесконтактный и поэтому не приводит к травмированию или гибели исследуемых объектов. Кроме этого при гидроакустических съемках исследуется вся толща воды, а не только слой облова, как при траловых. Кроме того материальные затраты на гидроакустическую съемку существенно ниже, так как за относительно короткий промежуток времени позволяет обследовать большие акватории. При гидроакустической съемке судно с установленной на его борту гидроакустической аппаратурой движется по заранее спланированной сетке галсов, при этом в толщу воды в вертикальном направлении постоянно излучаются ультразвуковые сигналы, а отраженные сигналы от различных звукорассеивающих слоев записываются на компьютер, входящий в состав гидроакустической аппаратуры. Но для количественной оценки гидробионтов только гидроакустических наблюдений недостаточно, так как этот метод не всегда позволяет с высокой точностью распознавать гидробионтов по видам и размерным группам, и поэтому все же необходимы контрольные обловы. Именно по данным биологических анализов контрольных обловов производится пересчет энергетических характеристик отраженных сигналов в значения

поверхностной плотности. Следует отметить, что по сравнению с биологическими съемками при выполнении гидроакустических съемок количество контрольных обловов существенно меньше.

2.1.1. Особенности проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах

Гидроакустический метод количественной оценки рыбных запасов во внутренних водоемах, основанный на проведении гидроакустических съемок, в настоящее время находит все более широкое применение во многих странах мира. Он позволяет достаточно оперативно и полно проводить мониторинг рыбных запасов, и альтернативы ему нет. При проведении гидроакустической съемки производится запись эхосигналов в вертикальном (и/или) горизонтальном направлении вдоль маршрута следования судна. Маршрут судна представляет собой заранее спланированную сетку галсов.

Целью гидроакустической съемки является получение адекватной картины распределения и оценки рыбных биомасс на обследованной акватории как для всех видов ихтиоценоза, так и для каждого вида в отдельности. Данные о распределении рыб необходимы для выявления природных закономерностей образования, поведения и распада концентраций в зависимости от условий среды обитания, оценки антропогенного воздействия на водоем. Достоверные сведения о рыбной биомассе необходимы для оценки запасов и при решении задачи краткосрочного прогнозирования. Для повышения достоверности результатов съемки необходимо ее тщательное планирование, подготовка гидроакустических средств и выбор правильных алгоритмов обработки записанных эхосигналов. Поэтому задачей гидроакустической съемки является не только ее непосредственное проведение, но и подготовительные мероприятия, включающие планировку галсов, калибровку гидроакустической аппаратуры, а также процесс обработки данных съемки с помощью современных постпроцессинговых систем (ППС) и

геоинформационных систем (ГИС).

Если на морских глубоководных акваториях гидроакустические съемки находят широкое распространение, то в отношении мелководных внутренних водоемов (рек, озёр, водохранилищ и др.) их применение пока ещё достаточно ограничено. Это обусловлено следующими основными факторами:

- при вертикальной локации на малых глубинах эхолокационная аппаратура имеет весьма малую зону действия даже при использовании широких характеристик направленности, что, естественно, затрудняет получение достаточно репрезентативных данных, как при количественной оценке концентраций рыбы, так и при определении их распределения;

- более высокая вероятность распугивания рыбы движущимся судном вследствие его шумового и визуального воздействия. Это может влиять на горизонтальное распределение рыбы и уменьшение плотностей, наблюдаемых на близких дистанциях, что может привести к занижению численности (биомассы) при количественной оценке;

- большая вероятность вариаций в ориентации рыбы при её отпугивании судном, что приводит к колебаниям в определении силы цели рыб и, соответственно, также к уменьшению точности определения численности (биомассы) при количественной оценке.

Несмотря на то, что цели и задачи гидроакустических съемок на внутренних водоемах и морских акваториях схожи, механизмы и средства их реализаций отличаются друг от друга. Эти отличия обусловлены особенностями, как самих акваторий, так и их ихтиоценозов:

- размеры акваторий внутренних водоемов, как правило, существенно меньше морских акваторий;

- глубины внутренних водоемов существенно меньше глубин морских акваторий;

- значительная изрезанность береговых линий внутренних водоемов;

- высокое разнообразие видового состава на акватории съемки

внутреннего водоема.

Очень часто размеры акватории гидроакустической съемки или размеры всего водоема столь небольшие, что использование даже небольшого научного, либо промыслового судна невозможно. В этом случае используется небольшой катер или лодка, оснащенная бензиновым или электрическим мотором. На очень ограниченных акваториях возможно использование даже весельной лодки. Использование электромотора или весел имеет некоторое преимущество, так как уровень шумов, издаваемых плавсредством, существенно ниже. Использование катера или небольшой лодки для проведения съемки, делает невозможным использование традиционной конструкции для проведения калибровки научного эхолота, основанной на перемещении калибровочной сферы в пределах диаграммы направленности антенны. В лаборатории промысловой гидроакустики ФГУП «ВНИРО» было разработано оригинальное устройство, позволяющее менять направление излучения антенны, не меняя при этом положение сферы. В данной конструкции антенна крепится на буре с выступающим металлическим стержнем. Двигая стержень в горизонтальных направлениях можно легко перемещать положение сферы относительно акустической оси антенны.

Поскольку глубины на внутренних водоемах существенно ниже морских глубин, даже в прибрежной части, то облучаемый водный объем небольшой. По этой причине на внутренних водоемах желательно использовать гидроакустическую аппаратуру с широкой диаграммой направленности антенны, а на мелководных участках – использовать горизонтальную локацию. Как показали исследования, выполненные на некоторых внутренних водоемах [38] наиболее оптимальным вариантом при проведении гидроакустических съемок на мелководных внутренних водоемах является одновременное использование горизонтальной и вертикальной локаций. В качестве технического решения такого варианта можно рекомендовать использование в процессе съемки двух комплектов научных эхолотов (например, EY60 или EY500). Антенну одного эхолота

установить горизонтально относительно поверхности воды, другая антенна устанавливается традиционно в вертикальном положении. Во избежание акустических помех, создаваемых эхолотами друг другу при одновременной работе, необходимо использовать мультиплексор, позволяющий автоматически чередовать посылки эхолотов.

Известно, что чем выше частота и короче импульс, тем выше разрешение эхолота. Это означает, что мелкие объекты могут (например, рыбная молодь) регистрироваться как одиночные объекты и появляется возможность оценки их размеров, а отображение звукорассеивающих целей на эхограмме становится более четким (резким), что позволяет с более высокой вероятностью проводить идентификацию подводных объектов и с высокой точностью выделять рыбные записи на фоне других звукорассеивающих слоев. Но с ростом частоты, возрастает поглощение ультразвука в воде, а уменьшение длительности импульса снижает его энергию. Это приводит к существенному ограничению рабочего диапазона эхолота. Но принимая во внимание небольшие глубины внутренних водоемов можно с уверенностью сказать, что при проведении гидроакустических съемок на реках, водохранилищах и озерах можно и следует использовать более высокочастотную аппаратуру, чем в море. С учетом конструктивных особенностей современных научных эхолотов и антенн и их технических характеристик (ширина диаграммы направленности, частота, длительность импульсов и т.д.) при проведении гидроакустических морских съемок на море в качестве основной частоты используется 38 кГц, а на внутренних водоемах – 70, 120 и 200 кГц.

Высокая изрезанность берегового контура не всегда позволяет использовать параллельные галсы, так часто используемые на морских акваториях. По этой причине на внутренних водоемах используется зигзагообразная сетка галсов (рис. 2.1).

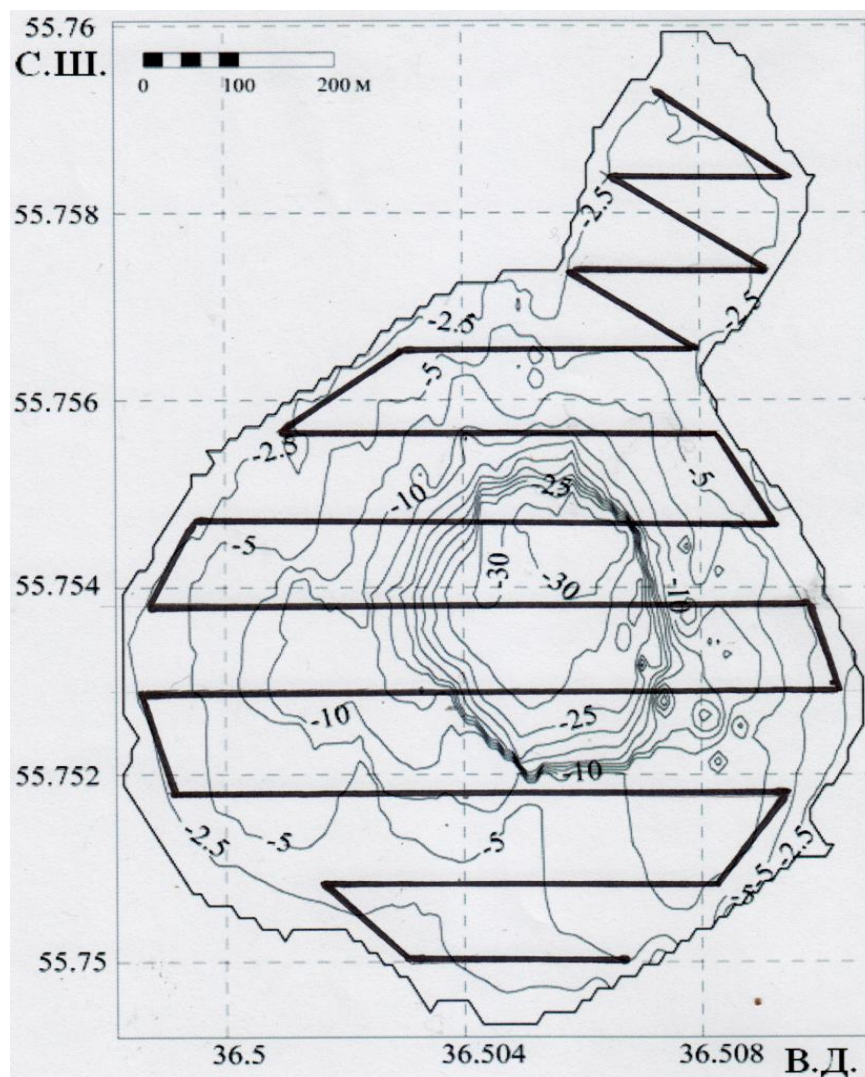


Рисунок 2.1 - Датиметрическая схема оз. Глубокое (2013 г.) по данным гидроакустических измерений с нанесенной зигзагообразной сеткой галсов

Регулярная сетка в виде зигзага считается наиболее эффективной с точки зрения затрат времени на съёмку при низкой интенсивности выборок. Основным недостатком такой сетки галсов является то, что в местах поворотов интенсивность выборок выше, чем в других местах галсов. Часто на внутренних водоемах используется комбинированная сетка галсов. Высоким разнообразием видов отличается рыбное сообщество на внутренних водоемах. Это вносит определенные сложности при расчете видовой и размерной численности и биомассы и требует большего количества вычислительных процедур. При обработке данных гидроакустической съемки используются два подхода: метод эхоинтегрирования, когда рыбные

скопления регистрируются на эхограммах в виде косяков или стай и метод эхосчета, когда рыбные скопления регистрируются в виде отдельных рыб. На морских акваториях используется метод эхоинтегрирования, этот метод признан наиболее эффективным и надежным методом для количественной оценки рыбных скоплений и его теоретическое обоснование и развитие было представлено в работах [39, 40, 41].

Для количественной оценки рыбных концентраций этот метод требует проведения контрольных обловов, которые выполняются с помощью трала в процессе проведения съемки. При обработке данных съемок внутренних водоемов также часто используется метод эхоинтегрирования, но далеко не всегда проводятся контрольные траления по причине малых глубин водоема и маломерного плавсредства. В этом случае для выполнения контрольных обловов на внутренних водоемах могут быть использованы такие орудия лова, как: тралы, жаберные сети, бредни и закидные невода [42]. Наибольшее распространение получили тралы и жаберные сети. Главное требование к контрольным обловам является получение наиболее полных и достоверных данных о видовом и размерно-весовом составе ихтиоценоза. Поскольку в светлое время суток рыба, как правило, регистрируется в виде стай (косяков), то метод эхоинтегрирования используется для данных, собранных в дневное время суток. В ночное время косяки распадаются на скопления низкой плотности и возможна их регистрация в виде отдельных целей. В этом случае следует использовать метод эхосчета, который позволяет не только непосредственно рассчитать общие (не отдельно по видам) объемные и поверхностные плотности рыб, но и при использовании антенн с расщепленным лучом, определить размерные группы. Если нет необходимости в определении количественных характеристик по видам отдельно, а достаточно суммарных оценок по всем видам, то при использовании обобщенных уравнения силы цели рыб, например с помощью формулы Лава [43] можно без проведения контрольных обловов рассчитать численность рыб и построить планшеты ее распределения в пределах

обследованных акваторий.

2.1.2. Обзор плавсредств для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах

В польском НИИ пресноводного рыболовства (г. Ольштын) для проведения гидроакустических съемок используется моторный катер, на борту которого установлена гидроакустическая система из двух эхолотов EY60 для вертикальной (38 кГц) и горизонтальной локации (70 кГц) (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 - Фотография крепления гидроакустических антенн эхолотов EY60 на НИС польского института пресноводного рыболовства (г. Ольштын): левая антенна для вертикальной, правая – для горизонтальной локации

Катер легко устанавливается на автомобильный прицеп для его транспортировки к месту работ. Также на катере установлен малогабаритный трал для выполнения контрольных обловов в процессе выполнения съемки.

Для проведения гидроакустических съемок на Женевском озере

французским национальным институтом сельскохозяйственных исследований (INRA) также используется моторный катер несколько большего размера, чем польский (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Фотография двух маломерных специализированных судов для проведения ГАС на пресноводных водоемах: слева – НИС польского института пресноводного рыболовства; справа – НИС французского национального института сельскохозяйственных исследований (INRA)

В Чешской республике большое внимание уделяется проведению научных исследований на озерах и прудах. На рис. 2.4 представлена фотография научного катера чешского гидробиологического института (г. Южные Будовице) и на рис. 2.5 – крепление трех разночастотных антенн (для реализации многочастотного метода), работающих в режиме вертикальной локации и антенны двухчастотного гидроакустического идентификационного сонара Didson (США).



Рисунок 2.4 - Правая фотография: крепление разночастотных гидроакустических антенн эхолотов EY60 для вертикальной локализации и антенны двухчастотного гидроакустического идентификационного сонара Didson (США)

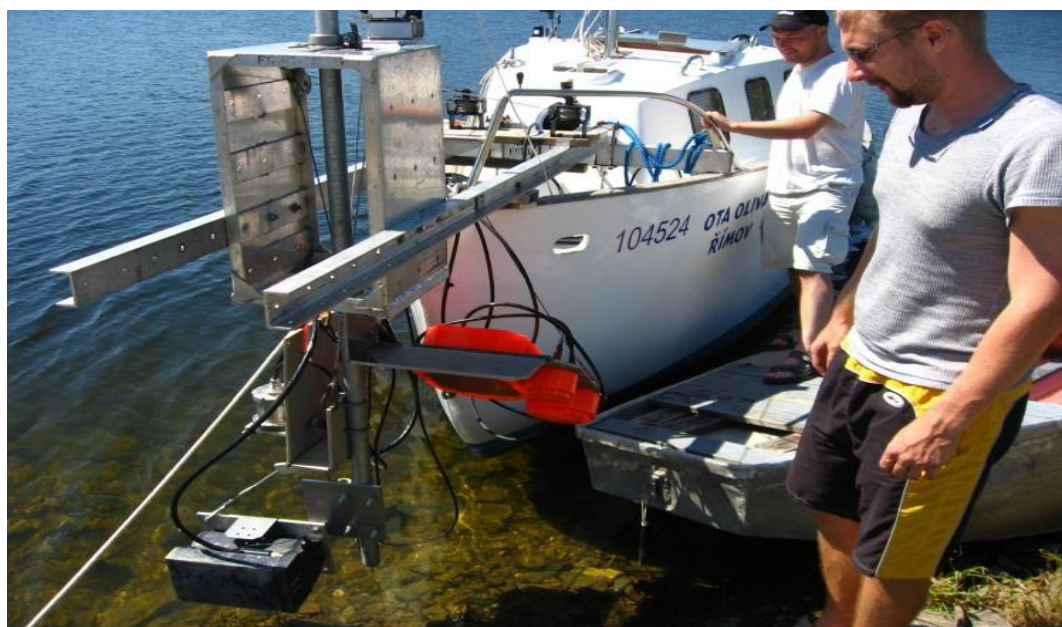


Рисунок 2.5 - Крепление антенны эхолота EY60 для горизонтальной локализации

Очевидно, что на таких больших водоемах как озеро Байкал или, например, Рыбинское водохранилище нельзя использовать столь небольшие суда по причине безопасности плавания. В течение многих лет гидроакустические съемки на озере Байкал (Гидроакустический учет

ресурсов байкальского омуля, 2010) выполнялись на НИС «Г.Ю. Верещагин» (тип судна СРТМ с бортовым тралением), принадлежащий Лимнологическому институту СО РАН (рис. 2.6).

Институт биологии внутренних вод РАН (ИБВВ РАН, пос. Борок, Ярославская обл.) гидроакустические исследования на Рыбинском и Горьковском водохранилищах выполняет с борта НИС «Академик Топчиев» (рис. 2.7). Для проведения съемок на мелководных участках водохранилищ используется четырехместные моторные лодки.



Рисунок 2.6 - НИС Лимнологического института СО РАН «Г.Ю. Верещагин»



Рисунок 2.7 - НИС ИБВВ РАН «Академик Топчиев»

Сотрудники лаборатории промышленной гидроакустики ФГУП «ВНИРО» в течение двух лет проводили гидроакустические съемки на Новомичуринском водохранилище на катере проекта КС (рис. 2.8), имеющего очень низкую осадку (0,5 м), что позволяло работать на малых глубинах и подходить к берегу на близкие расстояния.

Гидроакустические съемки на акваториях верхнего бьефа Богучанской ГЭС были выполнены на борту скоростного катера «Корвет-750», оснащенного мощным 250 сильным четырехтактным двигателем (рис. 2.9).



Рисунок 2.8 - НИС ИБВВ РАН «Ботаник» проекта КС



Рисунок 2.9 - Фотография катера «Корвет-750», используемого для гидроакустических съемок в районе Богучанской ГЭС



Рисунок 2.10 - Фрагмент монтажа антенны ES70-11 эхолота EY500 на корме весельной лодки

2.1.3. Обзор современных гидроакустических и программных средств для проведения гидроакустических съемок и оценки запасов ВБР на внутренних водоемах

Для гидроакустических съемок на внутренних водоемах используются, как правило, маломерные суда и даже небольшие лодки. Установка габаритной аппаратуры на таких судах невозможна. На катерах и лодках отсутствует электрическое питание и поэтому необходимо устанавливать на таких судах не только аппаратуру, но и аккумуляторные батареи. Электрическое питание приборов должно осуществляться от автомобильных аккумуляторов напряжением 12В. Аппаратура должна быть не только малогабаритна, но и легко монтироваться и демонтироваться. Научные эхолоты, предназначенные для съемок на внутренних водоемах, отличаются от аналогичной морской аппаратуры меньшими размерами и обычно размещаются в небольших боксах, удобных для транспортировки и установки на судне (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 - Зарубежные научные эхолоты, предназначенные для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах

За рубежом для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах используются эхолоты двух стран (рис. 2.11): США (эхолот BioSonic DT-X) и Норвегии (эхолоты EY500 и EY60). В эхолоте BioSonic DT-X используется «цифровая» антенна, в корпус которой вмонтирован АЦП. Поэтому по кабелю передается не аналоговый, а цифровой сигнал, что повышает помехозащищенность эхолота.

Эхолот BioSonic DT-X комплектуется антенной с расщепленным лучом (200 кГц). Спектр антенн, предназначенных для эхолотов серии EY значительно шире: 70, 120, 200 кГц. Все антенны также с расщепленным лучом, что в отличие от однолучевых антенн, позволяет с более высокой точностью определять размеры рыб. Несмотря на то, что эхолоты EY500 уже сняты с производства, они по-прежнему широко используются. Наилучшие тактико-технические характеристики имеет эхолот EY60. Его программное обеспечение имеет наглядный интерфейс. Кроме того, программа калибровки

эхолота встроена в программу управления эхолотом. Именно поэтому он значительно шире используется зарубежными научно-исследовательскими институтами пресноводных водоемов, чем эхолот BioSonics DT-X. Существенным недостатком этих эхолотов является высокая стоимость, что ограничивает их использование многим российскими пресноводными научно-исследовательскими институтами.

В 2012 году норвежской фирмой Kongsberg был разработан малогабаритный эхолот EK15 (рис. 2.12) и предназначен для ведения акустических наблюдений за ростом рыб в садках. Технические и функциональные возможности этого прибора позволяют с некоторыми ограничениями использовать его для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах. Эхолот укомплектован 200 кГц однолучевой антенной, что существенно уменьшает точность определения размеров рыб, так как в отличие от антенн с расщепленным лучом, невозможно пространственное определение местоположения рыб в пределах диаграммы направленности антенны и соответствующая компенсация TS рыбы и, следовательно, длины. Несомненным достоинством данного прибора является его высокая частота 200 кГц и короткий импульс от 80 до 1240 мкс, что позволяет регистрировать рыбные скопления с высокой степенью разрешения. Как и в эхолотах серии EY возможна запись «сырых» (необработанных) эхосигналов и применять для обработки данных любую из постпроцессинговых систем, используемую для эхолотов EY60 и EY500.

По причине высокой стоимости зарубежных научных эхолотов (за исключением эхолота EK15) несколько лет назад в ООО «ПромГидроакустика» (Россия, г. Петрозаводск) был разработан акустический комплекс «AsCor» на базе промышленного эхолота Furuno LS6100 (рис. 2.13).



Рисунок 2.12 - Электронный блок и однолучевая антенна эхолота EK15

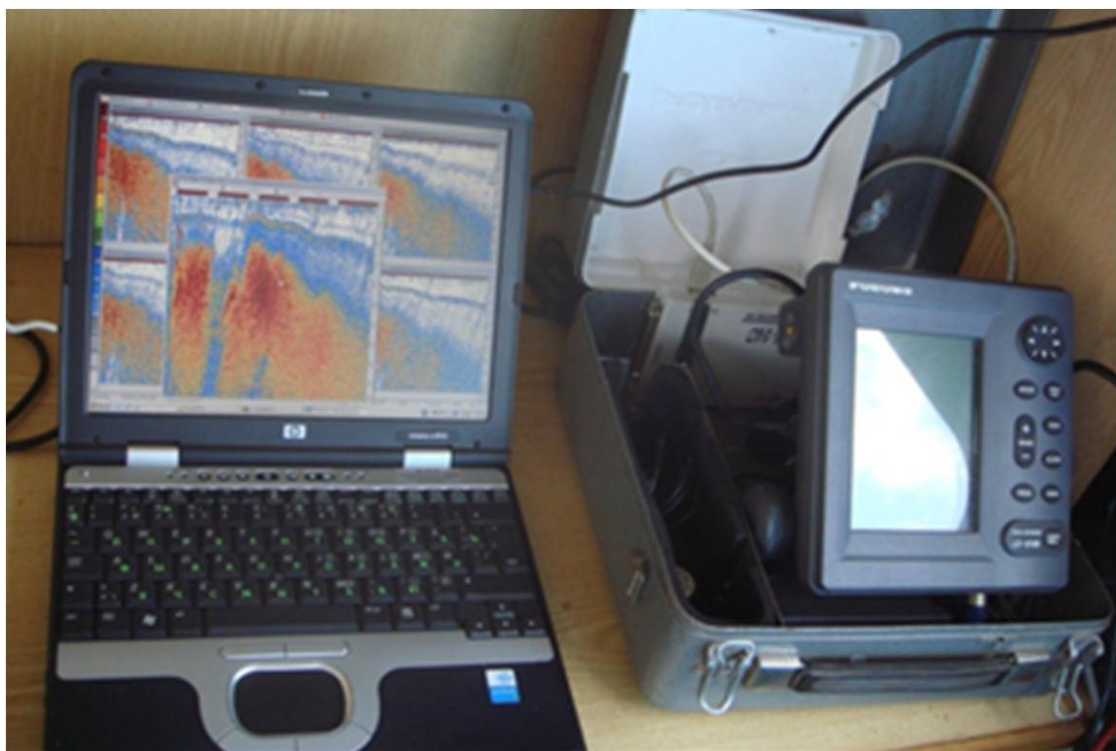


Рисунок 2.13 - Фотография комплекса «AsCor»

Стоимость комплекса, значительно ниже стоимости норвежских эхолотов, но соизмерима с ценой эхолота EK15. Специально разработанная

программа и АЦП позволяет преобразовывать аналоговый эхосигнал в цифровой и далее осуществлять все необходимые расчетные процедуры. По результатам обработки данных, накопленных в процессе проведения ГАС, рассчитываются размерные группы зарегистрированных рыбных скоплений, оцениваются плотности рыбных концентраций, строится планшет их распределений в пределах обследованной акватории. Недостатком данного комплекса является то, что двухчастотная антенна эхолота Furuno LS6100 является однолучевой антенной и поэтому точность оценки размерных групп невысока.

Стоимость комплекса, значительно ниже стоимости норвежских эхолотов, но соизмерима с ценой эхолота ЕК15. Специально разработанная программа и АЦП позволяет преобразовывать аналоговый эхосигнал в цифровой и далее осуществлять все необходимые расчетные процедуры. По результатам обработки данных, накопленных в процессе проведения ГАС, рассчитываются размерные группы зарегистрированных рыбных скоплений, оцениваются плотности рыбных концентраций, строится планшет их распределений в пределах обследованной акватории. Недостатком данного комплекса является то, что двухчастотная антенна эхолота Furuno LS6100 является однолучевой антенной и поэтому точность оценки размерных групп невысока.

Кроме этого динамический диапазон системы значительно меньше динамических диапазонов зарубежных эхолотов, и следовательно, его чувствительность к эхосигналам от мелких рыб ниже. Высокое энергопотребление этого комплекса существенно сокращает время непрерывной работы от аккумуляторов и требует установки дополнительной батареи, что в условиях ограниченного пространства на моторной лодке создает определенные сложности. К настоящему времени создано всего несколько экземпляров этого комплекса.

Постпроцессинговые системы (ППС) являются необходимым элементом программных средств, используемых для обработки эхосигналов.

Современные научные эхолоты в реальном времени выполняют вычисления и отображают их на экране дисплея или на эхограммах, например в табличном виде - в эхолотах EK500 и EY500, но вычисления производятся в пределах некоторых определенных диапазонов, предварительно устанавливаемых оператором в меню эхолота. Если возникает необходимость в повторной обработке, в пределах других границ, без ППС это сделать невозможно. Также при помощи ППС можно создавать базы данных ГАС и при необходимости вернуться к ретроспективным данным и провести их числовую обработку.

Наиболее популярными ППС являются Visual Analyzer (BioSonics, Inc. USA), предназначенная для работы с эхосигналами, записанными эхолотом BioSonics DT-X, EP500 (Норвегия) для работы с данными эхолота EY500, BI60 для работы с данными EK500, EK60 и EY60, «Movies+» (Франция) для работы с данными эхолота Micrel (Франция), EchoView (Австралия). EchoView может работать с файлами, записанными с эхолотов таких фирм, как: Simrad (Норвегия), Micrel (Франция), BioSonics и HTI (США), Kaijo и Furuno (Япония). Файлы в формате ППС Movies+ (Франция) также доступны для EchoView.

EchoView в настоящее время является самой популярной ППС, используемой для оценки рыбных ресурсов. Продуманный интерфейс и реализация самых последних достижений в области промысловой акустики делает ее незаменимой при проведении морских ресурсных исследований. Но в отношении внутренних водоемов у ППС у EchoView есть достойный конкурент. В начале 2000-х годов была разработана ППС SonarX_Pro (Balk and Lindem Copyright, Норвегия) (рис. 2.14) для эхолотов нового поколения EY60, построенная на современной версии ОС Windows.

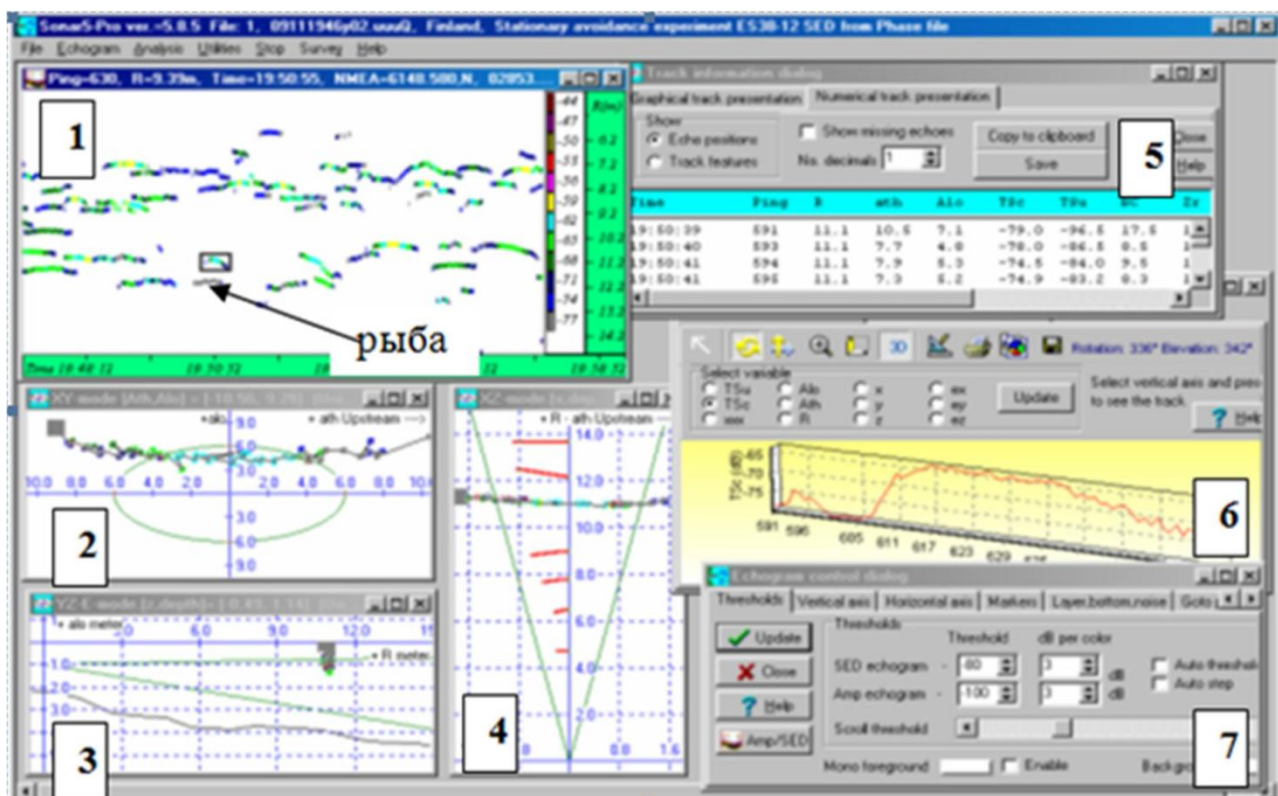


Рисунок 2.14 - Результаты обработки фрагмента эхограммы, записанной в процессе горизонтальной локации: 1 – эхограмма, 2 – траектория рыбы в луче, 3 – границы луча и положение рыбы по отношению к линии дна и поверхности, 5 и 6 – изменение TS рыбы от времени во время ее нахождения в пределах диаграммы направленности антенны, 7 – параметры отображения эхограммы

В отличие от EchoView в последней версии Sonar5 Pro встроен режим горизонтальной локации и соответствующие математические алгоритмы для расчета TS в зависимости от угла наклона облучения по отношению к телу рыбы. Таким образом, для проведения гидроакустических съемок на внутренних водоемах рекомендуется аппаратно-программный комплекс, состоящий из научного эхолота EY60 или EY500 и ППС EchoView или Sonar5 Pro. Данный комплекс используется при проведении съемок большинством европейских НИИ.

2.1.4. Основные этапы гидроакустических съемок

Главной целью проведения гидроакустических съемок как на морских акваториях, так и во внутренних пресноводных водоемах является измерение

рыбных численностей и биомасс и их распределений в пределах обследованных акваторий. Процесс количественной оценки рыбных биомасс, основанный на проведении ГАС содержит большой набор процедур, которые, по характеру решаемых задач, могут быть разделены на пять основных этапов:

- планирование ГАС;
- калибровка гидроакустической аппаратуры;
- проведение ГАС;
- первичная обработка гидроакустических данных, собранных в процессе ГАС;
- количественная оценка биомассы и построение карты ее распределения.

Планирование сетки галсов

Точность оценки распределения объектов исследования и их биомасс в большой степени зависит от правильности планирования ГАС. По причине влияния большого количества факторов на достоверность результатов, любой съемке предшествует тщательная подготовка. При планировании ГАС необходимо определить:

- сроки проведения съёмки и границы обследуемого района;
- направление, число галсов, форма сетки галсов;
- интервал интегрирования;
- скорость судна, число и места контрольных обловов.

При определении основных параметров съёмки должны быть учтены многие факторы и априорные сведения об объекте, районе, среде, и в том числе:

- характер и границы распределения обследуемых объектов по акватории и по глубине;
- биологическое состояние объекта в период съёмки (нерест, нагул и т.д.);
- поведение объектов съёмки: миграции (вертикальные и горизонтальные), реакция на судно, особенности регистрации в разное время суток и др.
- доступность скоплений обследованию: близость к берегу, удаление от

дна и поверхности;

- характеристики водоема (соотношение мелководных и глубоководных участков;

- изрезанность береговых линий);

- возможные погодные условия в период съёмки.

Таким образом, рациональное планирование съёмки с учётом перечисленных факторов возможно только при условии хорошего знания изучаемого объекта, среды его обитания. Зная, к какому классу по рыбохозяйственной и размерной классификации относится исследуемый водоем, можно выбрать наиболее оптимальную сетку галсов ГАС.

При прокладке галсов необходимо учитывать характер пространственного распределения объекта исследования. Это важно также и при обработке данных съёмки, поскольку сами методы используют определённые предположения об этих данных. Обычно косяки рыб образуют пятна различной формы с резко очерченными границами и достаточно равномерной плотностью внутри. Наиболее распространены зигзаг и параллельные галсы. Регулярная сетка в виде зигзага считается наиболее эффективной с точки зрения затрат времени на съёмку при низкой интенсивности выборок. Также при планировании (обычно при проведении ГАС на морских акваториях) используют параллельные галсы, если межгалсовое расстояние мало в сравнении с длиной галсов. Если галсы короткие или проходят вблизи берега, то чаще используется зигзаг. Например, зигзаг планируют в прибрежной зоне или в узком заливе, в реке, на водохранилищах. Основным ограничением такой сетки галсов является то, что в местах поворотов интенсивность выборок выше, чем в других местах галсов. Регулярные параллельные галсы равномерно накладывают на обследуемую акваторию. Длина галсов должна превышать межгалсовое расстояние.

Оценка достаточности степени покрытия акваторий съёмок галсами проводится по алгоритмам, представленными в работе Симондсона и Макленона [44].

Степень покрытия определяется следующим простым уравнением:

$$d = \frac{D_r}{\sqrt{A_r}}, \quad (4)$$

A_r - площадь акватории, м²;

D_r - общая протяженность галсов, м.

Критерием достаточности покрытия считается значение $d \geq 4$.

Калибровка гидроакустической аппаратуры

Гидроакустическая аппаратура количественной оценки рыбных концентраций является измерительным средством, требующая проведения периодической калибровки для уточнения рабочих характеристик аппаратуры. Качество калибровки определяет точность оценки и распределения численности и биомассы рыбных концентраций на обследованных акваториях, а сама калибровка является одним из важнейших элементов ГАС [45,46].

Калибровка – сложный, многоэтапный процесс, включающий не только акустические и электрические измерения, но и учёт параметров среды. Наиболее простой и удобный метод калибровки эхолота – калибровка с помощью стандартной цели: сплошного металлического шара, изготовленного из высококачественной электролитической меди или карбид вольфрама [47, 48]. Этот метод был развит теоретически Футом [49]. Размер шара зависит от несущей частоты излучения эхолота. Геометрические размеры шара должны соблюдаться с высокой точностью. Тогда на определенной частоте шар имеет конкретную силу цели (TS), которая незначительно зависит от температуры воды. По результатам калибровки устанавливаются такие параметры в рабочих настройках эхолота, что при нахождении шара на акустической оси антенны, измеренное значение его TS будет соответствовать его паспортному значению. При калибровке аппаратуры с однолучевой антенной образцовая цель должна быть установлена строго на акустической оси. Для антенн с расщепленным лучом необходимо в процессе калибровки перемещать шар в пределах диаграммы направленности по уровню 3 дБ и для каждого положения измерять его TS. Качество калибровки определяется не только квалификацией

специалиста, выполняющего калибровку, но и конструкцией калибровочной системы. Поскольку на внутренних водоемах, как правило, используются маломерные суда, конструкция таких устройств должна изменять местоположение шара в пределах диаграммы антенны не за счет перемещения шара, а за счет изменения положения антенны по отношению к шару. Этот позволяет делать такие устройства компактными и проводить калибровку даже с борта небольшого катера. Точной установке цели мешают дрейф судна и течения, поэтому измерения выполняют в закрытой бухте – у причала или на рейде; лишь в крайних случаях работу проводят на открытой акватории.

Рассмотрим многолучевую систему с веером расщепленных лучей. Поскольку в антенне многолучевой системы формируется набор независимых расщепленных лучей, то его калибровка основана на стандартной методике калибровки по сфере для антенны с расщепленным лучом [49]. Но калибровка проводится для каждого луча отдельно. Технология расщепленного луча была реализована на основе антенны, разделенной на четыре квадранта [50]. Ультразвуковой импульс излучается одновременно всеми квадрантами антенны. Прием эхосигнала осуществляется каждым квадрантом отдельно. Расщепленный луч антенны позволяет определять пространственное местонахождение сферы для каждого отраженного от нее сигнала в пределах диаграммы направленности антенны. Для каждого квадранта луча определяются два регулируемых параметра, основанных на выделенном эхосигнале от сферы: усиление на акустической оси антенны и эффективной длительности импульса эхосигнала. Перед началом процесса калибровки необходимо установить слой в пределах которого будет находиться сфера и пороговые значения для TS и Sv эхосигналов. В пределах этих значений выполняются все вычисления. Если по какой либо причине сфера выйдет за пределы слоя калибровки, то программа калибровки должна остановить процесс сбора, данных и автоматически продолжить его после возврата сферы в пределы установленного слоя. Для того чтобы обеспечить стабильность сферы в воде, в ряде случаев, целесообразно к сфере подвесить груз.

Предварительный тест. Перед выполнением калибровки необходимо проверить исправность антенны и работоспособность всех элементов антенны, формирующих набор лучей, используя встроенную опцию тестирования многолучевого эхолота.

Дистанция между сферой и грузом. Для повышения стабильности местоположения сферы в воде часто к сфере на некотором расстоянии от нее подвешивают груз. В этом случае расстояние между сферой и грузом должно быть не менее двух длительностей импульса посылки.

Требования к глубине в месте проведения калибровки. При проведении калибровки необходимо, чтобы сфера была заглублена от антенны на дистанции дальнего акустического поля. Это расстояние зависит от апертуры луча и размеров антенны.

Выбор места калибровки. При выборе места для калибровки необходимо учитывать его глубину, определяемую по критерию расстояния до дальнего акустического поля, при этом необходимо учесть также расположение груза. Груз не должен находиться на дне. Кроме этого место калибровки должно быть защищено от ветра. Наличие волн крайне нежелательно, поскольку это может вызывать дополнительные помехи, связанные с образованием воздушных пузырьков в приповерхностном слое. В месте калибровки не должно быть подводных течений. Судно должно быть закорено как с кормы, так и с носовой части.

Измерение параметров окружающей среды. Перед калибровкой необходимо измерить скорость звука в воде, как на глубине расположения антенны, так и на глубине нахождения калибровочной сферы. Определение скорости звука в воде через измерение солености воды и ее температуры позволит правильно определить дистанцию до сферы от антенны и, соответственно, обеспечить компенсацию эхосигнала, связанную с потерями при распространении акустического импульса.

Передвижение сферы в процессе калибровки. В процессе калибровки сфера должна свободно передвигаться в пределах диаграммы направленности

каждого луча и не выходить за пределы слоя калибровки, устанавливаемого в меню программы калибровки. Если сфера вышла за пределы диаграммы направленности луча или за пределы слоя калибровки программа должна прервать сбор данных (накопление эхосигналов) и автоматически продолжить калибровку после возвращения сферы в пределы луча или установленного слоя.

Сбор данных в процессе калибровки. Необходимо вместе с результатами калибровки сохранять и «сырые» эхосигналы, записанные в процессе калибровки. Файлы с данными должны включать:

- заголовок с названием места калибровки (координаты);
- дата калибровки;
- тип антенны;
- серийный номер антенны;
- температуру воды;
- соленость воды;
- скорость звука;
- коэффициент затухания;
- силу цели сферы;
- материал, из которого изготовлена сфера;
- длительность импульса посылки;
- мощность излучения;
- частота заполнения импульса посылки;
- пороговое значение для S_{vi} и TS_i .

Для каждого расщепленного луча:

- слой калибровки;
- предыдущие значения усиления;
- значение усиления после калибровки.

Упрощенная калибровка по сфере. Процедура калибровки, основанная на стандартной методике калибровки для антенны с расщепленным лучом, - достаточно трудоемкий и длительный процесс для калибровки многолучевой антенны. Учитывая ограниченность во времени при проведении

гидроакустических съемок, достаточно сложно уложиться во времени. Кроме того принимая во внимания требования к условиям калибровки и прежде всего к погодным условиям, не всегда возможно качественно выполнить полную калибровку. В этом случае предлагается использовать упрощенные процедуры. Для каждого луча выполняются измерения только при установке сферы на акустической оси луча.

Проведение гидроакустической съемки

При проведении ГАС производится непрерывное излучение ультразвуковых импульсов заданной длительности и интервала и запись эхосигналов по пути следования судна по заранее спланированной сетке галсов. Скорость движения при этом должна оставаться постоянной и определяться временем, запланированным на съемку, размерами акватории и уровнем акустических шумов, создаваемых двигателем. Контрольные обловы являются одним из важнейших элементов гидроакустической съемки. Современные научные эхолоты и программные средства обработки гидроакустических сигналов не могут с удовлетворительной степенью достоверности определять вид рыб. Потому для оценки рыбных биомасс по видовому и размерному составу необходимо использовать результаты контрольных обловов. При достаточной репрезентативности данных контрольных обловов возможна оценка численности и биомассы рыб разных видов и разных возрастных групп. Для выполнения контрольных обловов на внутренних водоемах могут быть использованы такие орудия лова, как: тралы, жаберные сети, бредни и закидные невода [42]. Наибольшее распространение получили тралы и жаберные сети. Главное требование к контрольным тралением является получение наиболее полных и достоверных данных о видовом и размерно-весом составе ихтиоценоза. Многие зарубежные научно-исследовательские институты разрабатывают специальные малогабаритные тралы и устанавливают на маломерном судне, где также устанавливается гидроакустическая аппаратура. В этом случае проведение контрольных обловов возможно в процессе проведения

ГАС. При отсутствии тралового оснащения или когда размеры судна не позволяют использовать трал (например, моторные лодки), контрольные обловы выполняются жаберными сетями с различными размерами ячеи. Выбор времени суток проведения ГАС также имеет большое значение. В ночное время рыбные косяки рассредоточиваются, объемная плотность рыбных концентраций значительно уменьшается. В этом случае большинство рыб регистрируются в виде одиночных целей и при процессорной обработке эхосигналов используется метод эхосчета. В светлое время дня большинство рыб регистрируется в виде отдельных косяков высокой плотности. И в этом случае при обработке используется метод эхоинтегрирования.

Орудия лова для контрольных обловов

Основными характеристиками любого орудия лова является его уловистость и селективность. Коэффициент уловистости q определяет уловистость орудия лова и является отношением числа пойманных рыб к их количеству, находящемуся в зоне действия орудия лова. При проведении контрольных обловов в процессе выполнения гидроакустических съемок определяющим параметром является селективность орудия лова, так как для достоверной оценки запаса необходимо иметь как можно более полную информацию по размерно-видовому составу ихтиоценоза обследуемого водоема. Селективность – способность орудия лова отбирать рыбу разного размера [51] и его числовой характеристикой является коэффициент селективности qL , рассчитываемый как отношение количества пойманных рыб длиной L к максимальному количеству пойманных рыб, имеющих некоторую оптимальную длину L_0 . Другой характеристикой является кривая селективности, описывающая зависимость qL от длины рыбы [51]. Например, кривая селективности одностенной (жаберной) сети имеет нормальную функцию распределения qL . В качестве орудия лова при контрольных обловах используются, как правило, сетные орудия лова (тралы, жаберные сети, закидные невода, бредни), селективность которых определяется размером ячеи

сетного полотна.

Тралы. Трал представляет собой орудие лова в виде сетного мешка специальной формы, буксируемого в толще воды или у дна, и отсеживающего лишь ту рыбу, которая встречается на пути движения трала. Снасть отличается изрядными габаритами, требует для буксировки как минимум мощный катер и используется на внутренних водоемах лишь на водохранилищах и больших озерах. Размеры и конструкции тралов сильно различны. Сетной мешок любого трала делается в форме воронки с открытым входом, но без выхода. Траловая сеть буксируется парой тросов (ваеров) над дном (бывают тралы донные и разноглубинные); вход сети всегда поддерживается в открытом состоянии с помощью набора поплавков и пары деревянных распорных щитов, прикрепленных к ваерам и потому действующих по принципу воздушного змея (или плавучего якоря).

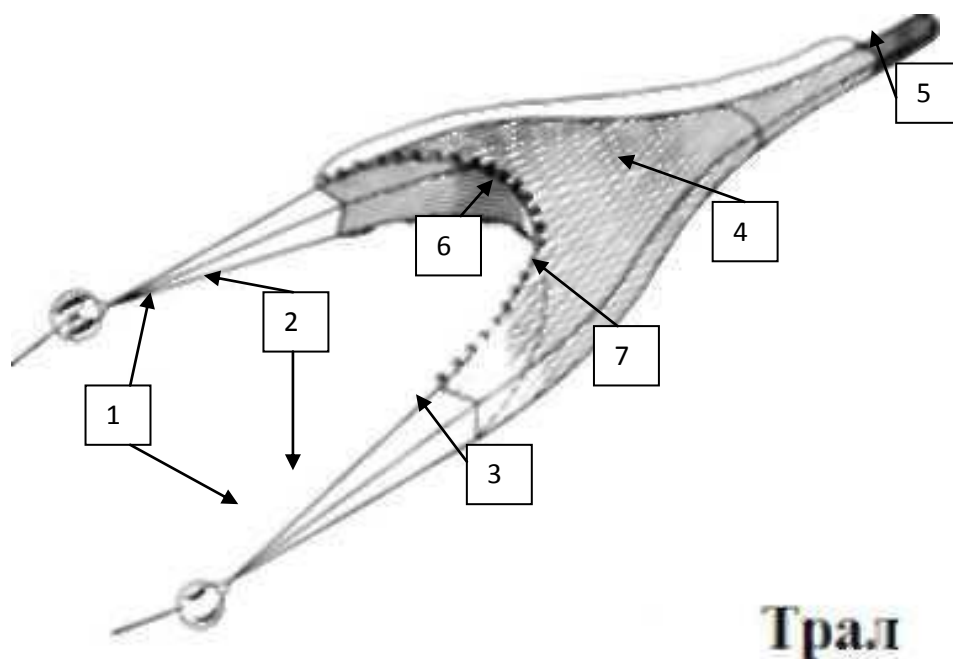


Рисунок 2.15 - Схема рыболовного трала: 1 – ваера; 2 – распорные щиты; 3 – кабели; 4 – центральная часть трала; 5 – куток, 6 – нижняя подбора, 7 – верхняя подбора

Донные тралы. Донные тралы представляют собой сетной мешок, несимметричный относительно горизонтальной плоскости. Сшивается обычно из двух пластей, причем верхняя состоит из большего числа частей, создающих навес над грунтом. Рыба, вспугнутая центральной частью нижней подборы

трала, оказывается в сетном мешке и не может уйти через верхнюю кромку сетей.

Для проведения ихтиологических исследований используются тралы конструкции ГосНИОРХ [52]. Подробно об этих орудиях лова описано в работе доктора биологических наук Сечина Ю.Т. [42]. Для судов мощностью 40 л.с. рекомендованы равноподборные 18-метровые тралы, а для судов мощностью 20 л.с. – равноподборные 15-метровые тралы. Длина ваеров при донном тралении выбирается в зависимости от глубины участков водоема: на глубинах до 10 м длина ваеров 50 м; на глубинах 10-20 м 100 м; 20-40 м 150 м. При лове леща, густеры, судака, синца, чехони, плотвы скорость траления должна быть 4-5 км/час. При лове снетка, уклей, корюшки и молоди (сеголетки, годовики, частичных рыб) скорость траления 3-4 км/час. В зависимости от рыбопродуктивности водоема и типа трала (крупноячейный или мелкоячейный) продолжительность траления может колебаться от 5 мин до 1 часа. В некоторых случаях продолжительность траления определяется длиной участка, пригодного для траления. На большинстве водоемов продолжительность траления крупноячейным тралом составляет 30 мин, мелкоячейным 5-15 мин. Основной частью тралов, влияющих на его селективность, является куток. Поэтому необходимой селективности трала можно добиться за счет применения соответствующего размера ячеи в кутке.

Из технических факторов на уловистость трала могут влиять:

- ассортимент дели по размеру ячеи и диаметру нитки;
- скорость и продолжительность траления;
- длина вытравливаемых ваеров и прямолинейность курса траления.

Из биологических факторов, влияющих на уловистость, следует отметить:

- особенности поведения рыб данного в зоне облова и характер их реакции на элементы оснастки;
- расстояние, с которого рыбы обнаруживает трал и элементы его оснастки;

- скорость движения рыб в зоне облова и их энергетический запас;
- размерный состав облавливаемых скоплений.

Тралы конструкции ГосНИОРХ имеют следующие значения коэффициентов абсолютной уловистости: по лещу – 0,6, по судаку – 0,4, по окуню – 0,4, по плотве – 0,4, по чехони – 0,5, по сому – 0,6.

Разноглубинные тралы. В озерах, реках и водохранилищах значительную площадь занимают участки с засоренным дном, где работа донным тралом невозможна. Кроме этого работа донным тралом порой наносит непоправимый ущерб водным донным и придонным обитателям, так как при его использовании уничтожается донная растительность, водоросли и пр. Поэтому были разработаны разноглубинные тралы различных конструкций и размеров для работы с судов различной мощности двигателя. Разноглубинный трал представляет собой сетной мешок, обычно сшитый из четырех пластин. Чаще всего верхняя и нижняя пласти несколько шире боковых, что обеспечивает тралу эллиптическую форму устья. Но также существуют конструкции, имеющие все одинаковые пласти.

Жаберные сети. В таких сетях рыба застревает, зацепляясь жаберными крышками за ячеи сетного полотна, вершина которого натягивается по прямой линии, а стенка висит вертикально. Жаберные сети широко используются при проведении научных исследований размерно-вещного состава рыб, особенно на мелководных водоемах, отечественными и зарубежными учеными. Наибольшее распространение получили ставные одностенные жаберные сети, селективность которых хорошо изучена [42]. Ставная одностенная сеть представляет собой сетное полотно прямоугольной формы, посаженное на верхнюю и нижнюю подборы. Уловистость одностенных сетей увеличивается при наличии вертикальных пожилин, длина которых должна быть на 20 % меньше высоты полотна сети в посадке.

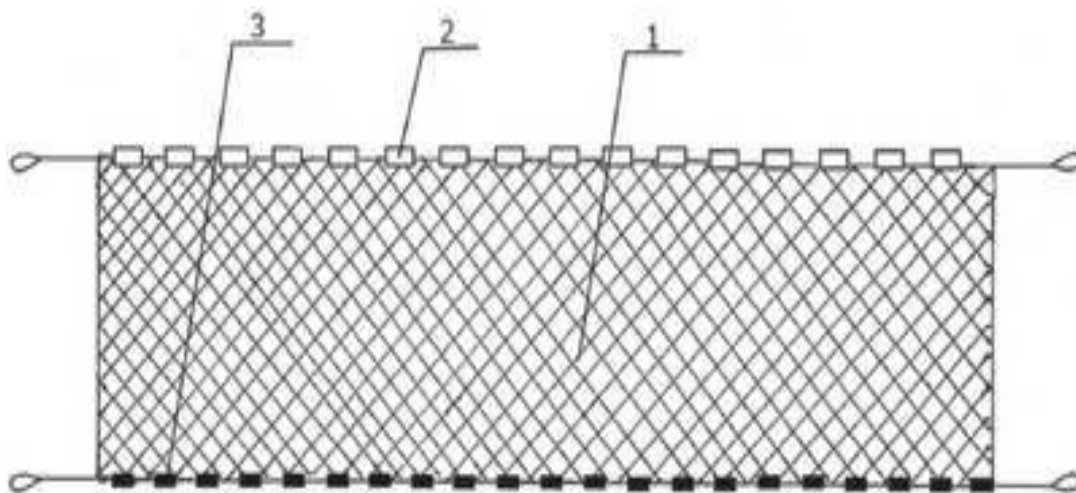


Рисунок 2.16 - Жаберная сеть: 1 –сетное полотно; 2 –грузовой шнур; 3 –наплавной шнур

Подборы сетей делают длиннее полотна, так, чтобы с каждой стороны сети оставались свободные концы длиной 0,5–0,8 м. Эти концы, называемые приухами, служат для связывания сетей в сетные порядки, а также для привязывания к якорям, буйкам и кольям. В качестве посадочной используют капроновую нитку. По верхней подборе сети оснащают поплавками, по нижней – грузилами. Соотношение подъемной силы поплавков и веса грузил определяется условиями ловли. Если сеть должна стоять на дне, то потопляющая сила грузил должна превосходить плавучесть поплавков, которые лишь расправляют и поддерживают в вертикальном положении сетное полотно. В этом случае необходим некоторый запас излишней плавучести, чтобы пойманная рыба или течение не заставили сеть осесть на дно.

Бредни и закидные невода. При проведении ихтиологических исследований часто используют бредни и закидные невода. Если необходимо провести гидроакустическое обследование на мелководном и малоразмерном водоеме, то для проведения контрольных обловов при отсутствии жаберных сетей использования бредня может оказаться единственной альтернативной. По конструкции различают бредни с мотней и без. Длина современных бредней бывает самая различная – от 6 до 70 м, но обычно не превышает 30 метров. По уловам мелкоячейных бредней оцениваются размерно-весовые показатели рыб на стадии личинок, сеголеток, годовиков. Для облова старших возрастных

групп используются закидные невода.

Закидной невод – длинная стенка из сети, перекрывающая водоем от дна до поверхности воды. Его выметывают с берега или судна, окружая им участок водоема, на внутренних водоемах различают речной и озерный закидной неводной лов. Озерные закидные невода являются равнокрылыми. Длина их колеблется в больших пределах: от 100 до 700 – 800 м при высоте в центральной части от 2-3 до 15 м. Длина речных закидных неводов в 1,3–2,0 раза превышает ширину обметываемого пространства реки и колеблется от 150 до 700–800 м.

Как у большинства прочих закидных неводов, просвет на мотню составляет 1-2 м независимо от габаритов орудия лова. Высота входа в мотню ограничивается верхней и нижней сорочками. Мотня большей частью клиновидная, а у малых неводов кольцевая. Рекомендуется применять прямоугольную более уловистую мотню.

Речной закидной неводный лов отличается от озерного тем, что в реке невод сплывает по течению. Обычно ширина обметываемого неводом пространства (ширина акватории тони) составляет $\frac{2}{3}$ ширины реки, так как, по Правилам регулирования рыболовства, $\frac{1}{3}$ ширины реки остается для прохода рыбы.

Процесс обработки данных гидроакустической съемки для количественной оценки рыбных биомасс включает несколько основных этапов: выделение рыбных записей на фоне других звукорассеивающих скоплений (ЗРС) (зоо- и фитопланктон, скопления медуз, креветок и т.д.); привязка результатов интегрирования к данным биологических анализов уловов контрольных обловов; вычисление поверхностной плотности рыбных скоплений на каждом интервале интегрирования или эхосчета; построение карт распределения и абсолютная количественная оценка рыбных биомасс.

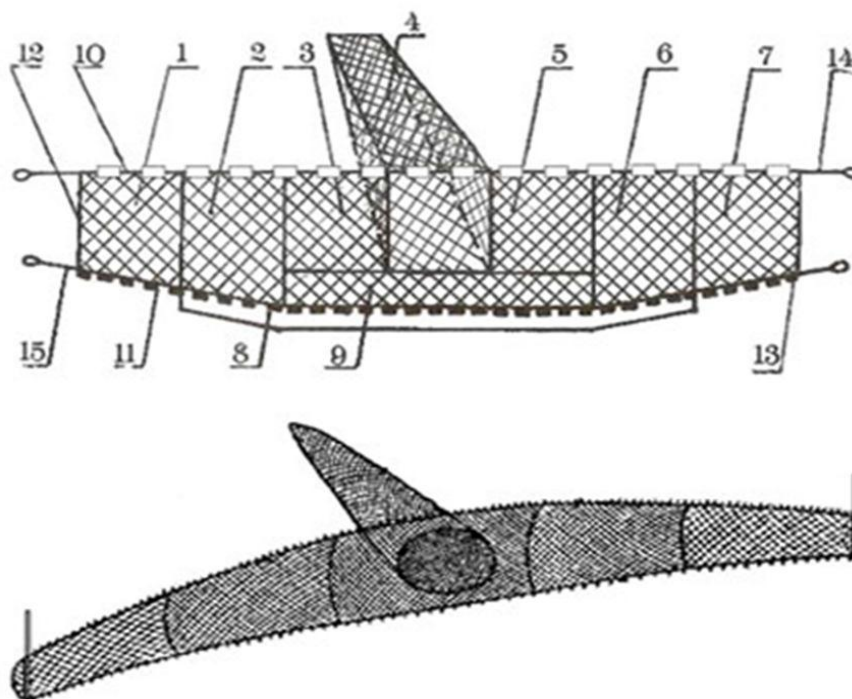


Рисунок 2.17 - Конструкция бредня с мотней и его составные части: 1 – правое крыло (2 часть); 2 – правое крыло (1 часть), 3 – правый привод; 4 – мотня; 5 – левый привод; 6 – левое крыло (2 часть); 7 – левое крыло (1 часть); 8 – подзор; 9 – сорочка; 10 – верхняя подбора; 12 – правый кляч; 13 – левый кляч; 14 – верхняя чалка; 15 – нижняя чалка

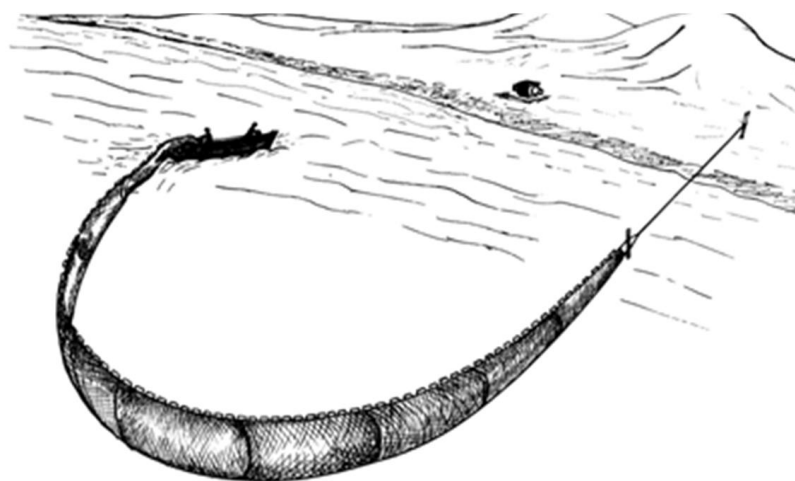


Рисунок 2.18 - Закидной невод

Обработка данных гидроакустической съемки

Научные гидроакустические приборы позволяют записывать на внешнюю память компьютера «сырые», т.е. необработанные эхосигналы. Каждый записанный эхосигнал – массив оцифрованных значений амплитуд его огибающей. Хранение данных в таком виде очень удобно, хотя и требует

значительно большего объема памяти в отличие от данных, прошедших предварительную обработку. Если обработанные данные, не могут быть заново пересчитаны, то сырые данные на ППС могут быть вновь пересчитаны при других пороговых и калибровочных значениях. Просмотреть записанные эхосигналы можно с помощью ППС. В любой из ППС эти эхосигналы представляются, в виде эхограммы, где, в большинстве случаев, одновременно представлены записи от различных ЗРС (рыбные скопления, зоо- и фитопланктон, другие скопления органической и неорганической природы, шумы и т.д).

Селекция рыбных записей на фоне других ЗРС

Современные ППС позволяют отображать эхограммы записанных эхосигналов в различных масштабах, как в вертикальном, так и горизонтальном направлениях. Это особенно важно, когда необходимо подкорректировать линию дна, так как при высокой неравномерности донного рельефа и характера грунта, иногда возможно ошибочное определение донного эхосигнала. В этом случае система обработки может проинтегрировать и часть донного сигнала, а это, в свою очередь, приведет к серьезной ошибке при количественной оценке рыбной биомассы.

Известно, что внутренняя структура рыбных косяков зависит от размерного состава отдельных рыб [53]. Видовой состав часто определяет геометрические формы косяков. Поэтому при визуальном анализе эхограмм порой с определенной долей вероятности можно выделить рыбные скопления различных видов и размеров, особенно в местах, где не наблюдается большое разнообразие видов. Зная характер регистрации нерыбных ЗРС, можно удалить их из обработки, выделив их на эхограммах ППС, но только когда скопления ЗРС имеют четкие границы и их можно оконтурить.

Иногда наблюдаются фоновые записи зоопланктона или иных ЗРС и на их фоне записи рыбных косяков. В этом случае весьма эффективным средством фильтрации рыбных записей может быть введение соответствующего

энергетического порогового уровня, ниже которого все сигналы обнуляются. Если перед исследователем стоит задача оценки распределений зоопланктона, рыбных личинок или других мелких морских организмов данный способ можно использовать для отсека эхосигналов от других крупных объектов с более высокими энергетическими уровнями эхосигналов. В этом случае обнуляются все сигналы с уровнем выше порогового. Особенно это актуально для записей, полученных в ночное время, так как в темное время суток рыбные косяки рассеиваются, их невозможно оконтурить и рыба регистрируется не в виде локальных косяков, а как отдельные рыбы или как концентрации с низкой объемной плотностью без четко обозначенных границ. Использование пороговых значений сигналов широко используется в задачах оценки распределений рыб и зоопланктона [54, 55].

Количественное определение порогового уровня – задача весьма непростая и требует анализ большого количества данных, изучения особенностей поведения объекта исследований, характера регистрации. Окончательная уверенность в типе регистрируемого объекта может быть получена лишь при сопоставлении результатов контрольных обловов и гидроакустических записей.

В отличие от визуального анализа эхограмм и ручной селекции эхосигналов, где существенную роль играет индивидуальный опыт и знания исследователя, при автоматической селекции сигналов субъективный элемент обработки минимизирован. При автоматической селекции пользователь ППС вводит порог в меню программы и все сигналы ниже порогового значения автоматически обнуляются.

Метод эхосчета

Метода эхосчета заключается в подсчете количества экземпляров отдельных целей, регистрируемых за выбранный промежуток времени. Распознавание одиночных целей производится автоматически по специальному алгоритму, основанному на анализе длительности отраженных импульсов и их

амплитудных значений. Метод разделяется на два этапа:

- на первом этапе собираются данные по количеству и силе регистрируемых целей за каждую посылку эхолота;

- на втором этапе, по истечении интервала усреднения, данные обрабатываются с учетом характеристики диаграммы направленности антенны и скорости движения судна.

Необходимо отметить, что метод эхосчета, при условии стопроцентной регистрации рыб в виде отдельных целей, дает более точный результат по сравнению с методом эхоинтегрирования, когда численность рыбы в косяках можно определить только с использованием результатов контрольных обловов. Более того при расчетах общей численности рыб на интервалах эхосчета данные по уловам контрольных обловов вообще не нужны. Учитывая, что минимальная длительность излучающего импульса может составлять 32 мкс (разрешение по расстоянию между одиночными объектами 2,5 см), во многих случаях можно перейти от метода эхоинтегрирования к методу эхосчета.

Метод эхоинтегрирования

В основе современного метода лежит интегрирование эхосигналов в вертикальном направлении внутри заданного слоя и последующее усреднение в горизонтальном направлении вдоль маршрута следования судна. Интегрирование ведется над величиной $10\log(SV)$ (силой обратного объемного рассеяния (volume backscattering strength)):

$$\frac{\partial \sigma}{\partial V} = 4\pi r_0^2 S_V, \quad (5)$$

$$\frac{\partial \sigma}{\partial A} = \int_{r_1}^{r_2} \frac{\partial \sigma}{\partial V} dr, \quad (6)$$

$$s_a = \text{mean} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial A} \right]. \quad (7)$$

В первом уравнении осуществляется переход от силы обратного объемного рассеяния к площади обратного рассеяния на единицу объема. Соответствующая площадь обратного рассеяния на единицу горизонтального сечения определяется интегрированием вертикально по слою $r1 - r2$. Выходным

параметром за каждый период интегрирования служит величина s_a , представляющая собой среднее значение за период эхоинтегрирования и измеряемую в $\text{м}^2/\text{м}^2$. Для внутренних водоемов используется размерность $\text{м}^2/\text{га}$, связанную с s_a , ($\text{м}^2/\text{м}^2$) соотношением:

$$s_A = 4\pi 10^4 s_a. \quad (8)$$

Для морских акваторий используется размерность в $\text{м}^2/\text{миля}^2$, а вместо s_A используется *Nautical area scattering coefficient (NASC)* [56], связанную с s_a , $\text{м}/\text{м}^2$ соотношением:

$$NASC = 4\pi(1852)^2 s_a, \quad (9)$$

или

$$NASC = 16\pi^2 r_0^2 \text{mean} \left[\int_{r_1}^{r_2} S_V dr \right] (1852)^2. \quad (10)$$

На внутренних водоемах при эхоинтегрировании расчет поверхностной плотности на интервале интегрирования производится по следующим формулам:

$$\rho_{ajk} = \frac{s_A * W_{jk} * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}}, \text{ кг/Га} \quad (11)$$

$$\rho_{aj} = \frac{s_A * W_j * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}}, \text{ кг/Га} \quad (12)$$

$$\rho_a = \frac{s_A * W * 10^{-6}}{\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m n_{jk} * \sigma_{spjk}}, \text{ кг/Га} \quad (13)$$

где n_{jk} - общее число рыб k -ого размерного класса j -ого вида в пробе;

n - общее число рыб в пробе;

m - количество размерных классов данного вида;

W_{jk} - общий вес k -ого размерного класса j -ого вида рыб, гр.;

W_j - общий вес j -ого вида рыб в пробе в гр.;

W - общий вес всех рыб в пробе в гр.;

s_A - поверхностный коэффициент обратного рассеяния, $\text{м}^2/\text{га}$ (рассчитывается ППС);

σ_{spjk} - поперечное сечение сферического рассеяния рыбы k -ого размерного класса j -ого вида.

В результате расчетов мы получим несколько массивов значений

поверхностных плотностей, размерность которых равна числу интервалов (p) интегрирования или эхосчета:

- массивы поверхностных плотностей для каждого вида и размерного класса рыб;
- массивы поверхностных плотностей для каждого вида;
- массив поверхностных плотностей для всех видов рыб.

Схема расчетов поверхностных плотностей при эхоинтегрировании представлена на рис. 2.19.

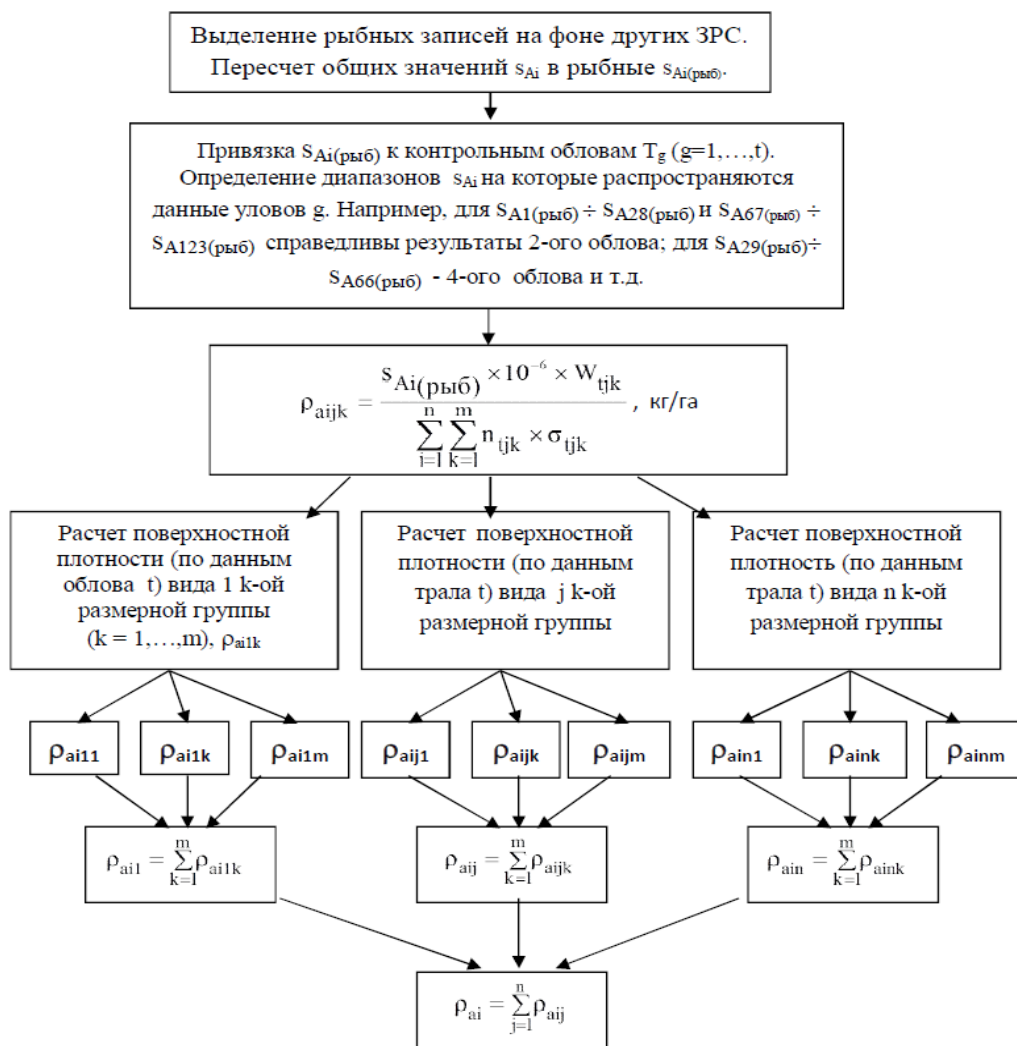


Рисунок 2.19 - Схема этапов расчета поверхностных плотностей многовидовых скоплений. В данной схеме $i(1..b)$ – порядковый номер отсчета эхоинтегрирования; $j(1..n)$ – вид рыбы; $k(1..m)$ – размерный класс рыбы; $g(1..t)$ – номер контрольного облова; w – вес рыбы, гр.; ρ_a – поверхностная плотность, кг/га; σ – акустическое сечение обратного рассеяния рыбы, m^2

Оценка численности и биомассы рыбных скоплений по результатам гидроакустической съемки

Результатом обработки данных ГАС являются рассчитанные значения рыбной плотности на каждом интервале интегрирования или эхосчета с их привязкой к географическим координатам, поскольку в процессе съемки данные о местоположении судна, получаемые от GPS каждую секунду, записываются на диск компьютера эхолота. Для отображения значений поверхностных плотностей на географической карте и для построения планшетов рыбных численностей и биомасс методом изолиний каждому рассчитанному значению соответствуют координаты середина отрезка соответствующего интервала.

Биомасса или численность (в зависимости какая размерность поверхностной плотности используется: кг/га – для биомассы или шт./га для численности) определяются как интеграл поверхностной плотности в пределах обследованной акватории (S , га):

$$W = \int_S \rho dS. \quad (14)$$

При достаточной репрезентативности данных контрольных обловов по размерно-видовому составу ихтиоценоза могут быть рассчитаны численности и биомассы для каждого вида, также для каждой размерной группы каждого вида.

К настоящему времени разработано множество различных детерминистических методов пространственной интерполяции [57]. К ним относятся полигонные методы, линейные и полиномиальные интерполяторы. В отличие от детерминистических методов, геостатистические оценки опираются на информацию о внутренней структуре данных, зависят от самих данных. В качестве интерполятора при построении планшетов используется геостатистический метод линейной интерполяции «Кригинг». Линейные интерполяторы представляют искомую величину в виде линейной комбинации известных значений [57]:

$$\rho(d) = \sum_{i=1}^{N(d)} B_i(d) * \rho_{ai}(d_i), \quad (15)$$

где $d = f(x,y)$ – координаты оцениваемых точек, x – долгота, y – широта;
 $N(d)$ – количество исходных точек, принимающих участие в оценке для координат d ;

$\rho_a(d)$ – оцениваемое значение в точке d ;

$\rho_{ai}(d_i)$ – известные значения в точках d_i ;

$B_i(d)$ – весовые коэффициенты.

«Кригинг» подбирает весовые коэффициенты таким образом, что ошибки интерполяции имеют в каждой точке среднее равное нулю. В процессе поиска минимума вариации ключевую роль играет использование модели вариограммы исходных данных. Вследствие этого данный метод дает минимальную вариацию оценки исследуемого параметра. В отличие от других методов, использование «кригинга» предполагает предварительный экспертный анализ конкретного набора пространственно распределенных данных. Цель этого анализа – выявление внутренней корреляции данных, т.е. взаимного влияния точек друг на друга, и определение пространственной анизотропии, т.е. направления, в котором взаимное влияние точек проявляется сильнее всего. Ключевым параметром, определяющим точность весовых коэффициентов линейной функции, является вариограмма.

Вариограмма – инструмент для оценки степени пространственной корреляции, имеющейся в данных, и определяется как вариация разницы значение переменной в двух точках как функция расстояния и направления между ними. Для $N(h)$ экспериментальных точек находящихся на расстоянии h друг от друга значение вариограммы определяется как [58]:

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} (\rho_a(d_i) - \rho_a(d_i + h))^2. \quad (16)$$

Общепринято сопровождать оценку запаса доверительными интервалами. Для этого могут быть использованы два подхода: первый основан на статистическом анализе исходных данных (измеренных значений) [59]; второй – (при использовании геостатистического интерполятора) метод

Стохастического моделирования [60]. Значительно более простой способ оценки доверительных интервалов – первый. Он заключается в оценке дисперсий значений плотности по каждой градации биомассы или численности и определении площадей каждой градации. Ниже представлены математические алгоритмы вычислений:

$$D_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} (\rho_i - \rho_j)^2}{n_j - 1}, \quad (17)$$

где D_i^2 – дисперсия значения плотности в каждой градации;

ρ_i – среднее значение плотности в i -ой градации $= \frac{\sum_{j=1}^{n_j} \rho_j}{n_j}$;

ρ_j – значение плотности в точке j внутри i -ой градации;

n_j – количество точек в i -ой градации.

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{D_i^2 S_i^2}{n_j}}, \quad (18)$$

σ_i – ошибка оценки биомассы в каждой градации;

S_i – площадь каждой градации.

$$m = \sum_{i=1}^z n_i, \quad (19)$$

m – общее количество интервалов;

z – количество градаций.

$$\rho = \frac{\sum_{k=1}^m \rho_k}{m}, \quad (20)$$

ρ – среднее значение плотности по всем измеренным значениям.

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^z \frac{D_i^2 S_i^2}{n_i}} = \sqrt{\sum_{i=1}^z \sigma_i^2}, \quad (21)$$

σ – ошибка оценки биомассы (численности).

$$W_i = \rho_i S_i, \quad (22)$$

W_i – биомасса (численность) в каждой градации.

$$W = \sum_{i=1}^z W_i, \quad (23)$$

W – общая биомасса (численность).

$$I = 2\sigma, \quad (24)$$

I – доверительный интервал оценки биомассы (численности).

Последовательное прямое стохастического моделирования позволяет сгенерировать множество равновероятных реализаций, обладающих той же функцией распределения и такой же пространственной корреляционной структурой, что и исходные данные. Этот метод применим только при использовании геостатистического интерполятора «Кригинг». После ввода параметров, необходимых для расчета методом «Кригинг», рассчитываются средние значения поверхностной плотности и их дисперсия для каждого узла регулярной сетки. Далее в каждом узле сетки случайным образом по нормальному закону с учетом рассчитанной дисперсии генерируется новое значение поверхностной плотности. И в пределах оконтуренного района снова рассчитывается запас. Такие последовательные вычисления будут выполнены N раз (N задается пользователем). Таким образом, будет получен массив значений рассчитанных запасов и определены его статистические характеристики. При достаточно представительной выборке со степенью надежности 95% доверительный интервал может быть оценен, как $\pm 2\sigma$, где σ - среднее квадратичное отклонение функции распределения запасов.

Протоколы представления результатов ГАС на внутренних водоемах

Конечным результатом съемки является общая количественная оценка (численность и биомасса) рыбных концентраций на акватории съемки и построение планшетов распределений рыбных биомасс. При достаточной репрезентативности данных ихтиологических анализов контрольных обловов возможно провести количественные оценки (численности и биомасс) рыб по видам и размерным группам. Протокол должен отражать все этапы съемки и обработки ее данных. На основании собственного опыта работ на внутренних водоемах Российской Федерации и за ее пределами, а также учитывая опыт взаимодействия со специалистами других пресноводных и морских научно-исследовательских институтов, были разработаны основные позиции, отражающие все этапы сбора и обработки данных. Предлагается разделить протокола на три основных этапа:

- калибровка аппаратуры;
- ГАС;
- обработка гидроакустических данных.

Этап «Калибровка аппаратуры» включает следующие позиции:

1. Название места калибровки;
2. Координаты местоположения калибровки;
3. Время начала калибровки;
4. Время окончания калибровки;
5. Тип калибруемой аппаратуры с указанием ее серийного номера;
6. Тип антенны с указанием ее серийного номера и ширины диаграммы направленности антенны по уровню 3 дБ;
7. Параметры сигнала и приемного тракта: частота излучения, длительность импульса, ширина полосы пропускания эхосигнала;
8. Результаты калибровки в виде числовых значений калибруемых параметров в зависимости от типа аппаратуры (например, для эхолотов серии EY Simrad существуют специальные протоколы калибровки, где приводятся все калибруемые параметры эхолота, а также их значения до калибровки).

Этап «ГАС» должен включать следующие позиции:

1. Имя района проведения ГАС;
2. Координаты района и его площадь;
3. Название организации, выполняющей ГАС и обработку данных;
4. Имена и фамилии участников работ;
5. Название и тип судна;
6. Тип используемой аппаратуры (например, одночастотный эхолот Simrad EY500) с указанием ее серийного номера, типа гидроакустической антенны (например, ES 70-11, расщепленный луч) с указанием ее серийного номера, длительности импульса посылки, ширина полосы пропускания эхосигнала, параметров усиления приемного тракта (результаты калибровки), ширина диаграммы направленности по уровню - 3 дБ;
7. Дата и время начала съемки;

8. Дата и время окончания съемки;
9. Тип сетки галсов (либо зигзаг, либо прямоугольная, либо смешанная);
10. Общая протяженность галсов съемки;
11. Тип локации (вертикальная или горизонтальная). При горизонтальной локации указать величину угла наклона антенны по отношению к водной поверхности;
12. Тип крепления антенны (на буксируемом устройстве, либо на штанге);
13. Глубина расположения антенны относительно поверхности воды;
14. Скорость движения судна в процессе выполнения съемки;
15. Тип орудий лова, используемых при выполнении контрольных тралений.
16. Координаты контрольных тралений;
17. Тип гидроакустических данных (сырые или обработанные) и общий объем файлов гидроакустических данных, собранных в процессе выполнения ГАС.

Этап «Обработка гидроакустических данных» включает следующие позиции:

1. Наименование постпроцессинговой системы, используемой при обработке гидроакустических данных;
2. Длина интервала интегрирования или эхосчета;
3. Перечень видов рыб и соответствующие уравнения силы целей, используемые для оценки численности и биомассы;
4. Наименование программного продукта, используемого для построения карт распределений рыбных концентраций и расчетов численности и биомассы;
5. Метод интерполяции, используемый для построения карт распределений рыбных концентраций;
6. Параметры интерполятора;

7. В табличном виде рассчитанные величины количества рыб (в экз.) и их биомасс (в кг или тоннах) для всех видов рыб и для каждого вида;
8. Процентное соотношение численностей и биомасс между видами.

Сохранение результатов количественной оценки в гидроакустической базе данных

Не секрет, что данные научных исследований порой бесценны. Интеллектуальные и материальные средства, вложенные в процессе их сбора, как правило, весьма значительны. Но часто характер данных и их представление определяется не только самой научной задачей, но и в значительной степени зависит от субъективного взгляда на ее решение самого исследователя (исследователей). Это часто создает трудности в использовании данных другими людьми, не принимающих участие в их сборе и обработке, возникают проблемы при сопоставлении результатов научных исследований, полученных разными учеными. Поэтому крайне важно создать унифицированные механизмы сбора, хранения и представления научных данных, особенно первичных. Для сбора данных используются специальные научные методики, а хранение и представление научных данных возлагается на специальные научные базы данных (БД). Структуры таких БД зависит от характера научных данных. При построении БД следует предусмотреть возможность хранения максимального количества данных, собранных в процессе исследований. Уменьшение объема хранимых данных, связанных с оптимизацией БД порой может привести к негативным последствиям, так как не все данные могут быть использованы при решении научных задач на данном временном этапе, но могут быть востребованы в дальнейшем, по мере развития инструментальных средств и математических методов обработки.

Гидроакустический метод количественной оценки гидробионтов широко используется многими странами при проведении ресурсных исследований. С этой целью в мире ежегодно выполняются сотни

гидроакустических съемок, число их объектов непрерывно увеличивается. Во многих районах выполняются совместные международные съёмки для контроля состояния объектов промысла, в том числе по инициативе международных организаций.

За многие годы накоплен огромный материал по количественной оценке многих промысловых видов рыб. Очевидно, что эти данные должны быть систематизированы и не вызывать сомнений в их достоверности. Данные съемок и все этапы их обработки должны быть понятны, подчиняться единым методическим приемам. Во ФГУП «ВНИРО» была разработана гидроакустическая БД (ГАБД) на СУБД PostgreSQL и интегрирована в геоинформационную систему (ГИС) «КартМастер» с помощью которой можно наглядно представлять хранимые данные, как в картографических проекциях, так и в табличном виде, производить с данными различные математические расчеты и проводить комплексный анализ. ГИС «КартМастер» является собственной оригинальной разработкой института и в настоящее время используется рыбохозяйственными НИИ Северного и Дальневосточного бассейнов. ГАБД реализована как двухуровневая структура хранения данных: нижний и верхний уровни хранения.

В ГАБД нижнего уровня сохраняются первичные данные, представляющие собой массивы оцифрованных значений огибающей эхосигналов («сырые» сигналы), записанных в процессе проведения ГАС.

Взаимодействие данных нижнего уровня с различными программами представления данных и обработки осуществляется следующим образом. В результате обработки данных нижнего уровня на постпроцессинговой системе (ППС), хранящихся в подразделе «гидроакустическая съемка», формируются данные верхнего уровня, хранимые в подразделе «Данные гидроакустической съемки в табличном виде». При обработке данных ППС используются результаты калибровки и уравнения TS рыб. Файлы «сырых» эхосигналов, записанных в процессе калибровки, могут быть использованы

для проверки качества калибровочных работ и, при необходимости, корректировки результатов калибровки. Файлы, записанные в процессе проведения контрольных тралений, необходимы для измерений TS рыб *in situ* и пополнения базы данных верхнего уровня в разделе «Сила цели». Кроме этого, при обнаружении каких либо ошибок при сборе данных в процессе гидроакустической съемки или (и) в расчетах на ППС данные верхнего уровня могут быть заново пересчитаны.

При отображении планшетов распределений рыбных биомасс в ГИС «КартМастер» в любом выбранной точке на галсе движения судна может быть автоматически запущена ППС и отображена соответствующая эхограмма и проведены количественные оценки рыбных концентраций. Аналогично, и при подведении курсора к месту проведения контрольного траления, отображенного на планшете распределения рыбной биомассы, может быть запущена ППС и отображена эхограмма, записанная в процессе траления для выполнения необходимых расчетов.

Для построения планшетов распределений рыбных численностей и биомасс в ГИС «КартМастер» представлено шесть методов интерполяции:

- полигоны Вороного;
- триангуляция Делоне;
- трехмерный сплайн;
- двухмерным сплайном;
- профессиональным и автоматический Кригинг.

Наиболее простыми и понятными являются два первых детерминистических метода. Согласно методу полигонов Вороного, вокруг каждой точки измерения (станции) строится некоторая область, которой присваивается значение плотности, измеренное на данной станции. Границами области служат линии, равноудаленные от соседних точек измерения. Таким образом, вся область съемки разбивается на многоугольники (полигоны), размер и вид которых определяются взаимным расположением станций. В расчетах по методу Делоне каждая точка

измерения соединяется со всеми соседними точками, но так, чтобы линии соединения не пересекались между собой. Плотность вдоль каждой линии рассчитывается как линейная функция, меняющаяся равномерно от значения на одной станции до значения на другой.

Метод трехмерного сплайна требует задания двух параметров: параметра сглаживания и параметра влияния глубины [61, 62]. Сглаживание выполняется с целью нивелирования ошибок измерений плотности. Цель сглаживания – создание такой функции плотности запаса, которая бы проходила близко к значениям измерений. Параметр влияния глубины отражает силу влияния соседних точек при расчете величины плотности в данной точке. Он показывает, во сколько раз влияние точки, расположенной на той же изобате, что и расчетная точка, будет сильнее, чем влияние точки, расположенной на том же расстоянии, но вдоль свала глубин. В случае двухмерного сплайна параметр влияния глубины не задается, поскольку глубина в этом расчетном методе игнорируется.

Также в ГИС «КартМастер» реализованы алгоритмы расчетов доверительных интервалов методом статистическом анализе исходных данных и методом последовательных стохастических симуляций.

2.2. Пояснительная записка на программное обеспечение научного многолучевого эхолота в части классификации рыб внутренних водоемов по их размерному ряду

Задача количественной оценки и построение карт распределения рыбных концентраций, изучение влияния окружающей среды на временную динамику рыбных биомасс и их пространственных распределения представляет несомненный интерес для рыбохозяйственных и природоохранных целей. Гидроакустический метод количественной оценки рыбных биомасс, основанный на проведении гидроакустических съемок, позволяет с высокой степенью достоверности определить биомассы для

разных видов рыб и разных возрастных групп, построить планшеты распределений рыбных плотностей в пределах обследованных акваторий.

В связи с неуклонным падением в России объёмов добычи рыбы промышленным рыболовством, обусловленным сокращением численности рыболовного флота, высокой дороговизной его эксплуатации и вместе с этим сокращением квот на вылов водных биоресурсов (ВБР), в обозримом будущем настанет момент, когда объёмы добычи промышленного рыболовства и аквакультуры сравняются [63, 64].

Кроме того, в связи с введением в действие закона Российской Федерации «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» [65], для обоснования объёма научных квот на вылов появилась необходимость создания новых технологий оценки запасов с минимизацией объёмов физического изъятия ВБР и сокращением ущерба природной среде.

Места выращивания аквакультуры – это внутренние водоёмы и ограждённые районы прибрежных морских зон рыболовства с глубиной от 1 до 10 м (мелководье). В связи с малыми глубинами таких мест, применение традиционных научных гидроакустических средств вертикального действия (научных эхолотов типа ЕК60, ЕК500 и др.) практически невозможно из-за малой полосы обзора этих эхолотов на мелководье [66,67].

Поскольку проблема учета водных биоресурсов во внутренних водоемах не менее актуальна, чем для морских исследований, и в дальнейшем будет только обостряться, то в ближайшей перспективе необходимо использовать научные многолучевые эхолоты с широкой полосой обзора водного пространства, позволяющие осуществлять обнаружение и подсчет рыб с оценкой биомассы в условиях мелководья и использования малых плавсредств, включая небольшие катера и шлюпки.

Программное обеспечение (ПО) многолучевого эхолота должно включать:

– ПО первичной обработки гидроакустических сигналов: согласованный приём эхосигналов (тональных и с базой больше единицы),

предварительное усиление, формирование секторной характеристики направленности в режиме излучения, формирование многолучевой приёмной характеристики направленности с веером расщеплённых лучей;

– ПО вторичной обработки гидроакустических сигналов: выделения полезных сигналов на фоне помех (объёмной, донной реверберации и реверберации приповерхностного слоя, шумов движения судна), селекции эхосигналов по принадлежности к эхосигналам от одиночных рыб, косяков рыб и донному эхосигналу;

– ПО автоматического поштучного подсчета одиночных рыб, а также определения акустических и геометрических характеристик косяков рыб;

– ПО эхосчёта и эхоинтегрирования;

– ПО классификации рыб по их размерному ряду.

2.2.1. Теоретическое обоснование способов решения научных задач

Современные научно-исследовательские эхолоты позволяют в режиме реального времени обрабатывать отраженные акустические сигналы и отображать на экране результаты такой обработки в виде цветных эхограмм. В зависимости от выбранного закона временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ) на экране отображаются значения силы цели TS , дБ, или значения силы обратного объемного рассеяния S_V , дБ. ВАРУ используется в эхолотах для компенсации потерь энергии акустического сигнала по мере его прохождения по глубине. Для того чтобы исключить влияние затухания и расширения фронта волны с глубиной, при регистрации одиночных объектов характеристика ВАРУ должна обеспечивать нарастание усиления по квазиквадратичному закону

$$40\text{Log}R+2\alpha R, \quad (25)$$

а для множественных целей – по квазилинейному закону

$$20\text{Log}R+2\alpha R, \quad (26)$$

где R – глубина, м;

α - коэффициент пространственного затухания акустической энергии в воде, дБ/м.

Преобразованный антенной отраженный акустический сигнал в электрическую форму, в современных научно-исследовательских эхолотах оцифровывается аналого-цифровым преобразователем (АЦП) с такой частотой квантования, чтобы сохранилась его фазовая структура. В результате такого цифрового преобразования имеются последовательные во времени выборки $1, \dots, i, \dots, n$ амплитудных значений сигнала. В ходе обработки эхосигналов определяются основные параметры, характеризующие отражение от одиночных объектов и множественных целей. В основе расчета заложены основные положения гидроакустики [68, 69].

Рассмотрим идеальный изотропный источник мощностью P_a , излучающий равномерно во все направления. Для такого источника интенсивность излучения на расстоянии r определяется выражением:

$$\frac{P_a}{4\pi r^2}. \quad (27)$$

Реальная гидроакустическая антенна характеризуется коэффициентом направленности $D(\alpha, \beta)$ и коэффициентом электроакустического преобразования η . Учитывая также потери в среде (α -коэффициент пространственного затухания акустической энергии в воде, дБ/м.), получим реальную интенсивность:

$$P_a D \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2}, \quad (28)$$

а с учетом $\eta = \frac{P_a}{P_t}$, где P_t – электрическая мощность, подводимая к антенне, и обозначая $G(\alpha, \beta) = \eta D(\alpha, \beta)$, получаем:

$$P_t G \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2}. \quad (29)$$

Отражательная способность объекта характеризуется его эффективным сечением обратного рассеяния (effective backscattering cross-section area of target)

σ . Рассматривая обратное прохождение звука, получим интенсивность на приемной антенне:

$$P_t G \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \sigma \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} . \quad (30)$$

Мощность принимаемого сигнала P_r с выхода приемной антенны получим, умножив данное соотношение на эффективную площадь приемной антенны A , которая, как известно из теории гидроакустических антенн, связана с G соотношением:

$$A = \frac{\lambda^2}{4\pi} G , \quad (31)$$

где λ - длина звуковой волны.

Тогда:

$$P_r = P_t G \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \sigma \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\lambda^2}{4\pi} G . \quad (32)$$

Отсюда выражение для σ :

$$\sigma = \frac{P_r 64\pi^3}{P_t G^2 \lambda^2} r^4 10^{2\alpha r} . \quad (33)$$

В гидроакустике более привычным является выражение отражательных свойств одиночного объекта (или одиночной цели) через его силу обратного рассеяния (point backscattering strength):

$$S_p = \frac{\sigma}{4\pi r_0^2} = \frac{P_r 16\pi^2}{P_t G^2 r_0^2 \lambda^2} r^4 10^{2\alpha r} , \quad (34)$$

где $r_0 = 1$ м – расстояние, относительно одиночного объекта. Логарифмическая версия данного соотношения, которая и используется в процессе первичной обработки эхосигналов в эхолоте:

$$10 \lg(S_p) = TS = 10 \lg(P_r) + 10 \lg(r^4 10^{2\alpha r}) - 10 \lg\left(\frac{P_t G^2 r_0^2 \lambda^2}{16\pi^2}\right) . \quad (35)$$

Параметр TS называется силой цели одиночного объекта. Таким образом, TS складывается из мощности принимаемого сигнала (сигнала, цифруемого

приемным трактом эхолота), параметра, зависящего от расстояния r ($BAPV40Logr=(40Logr+2\alpha r)$), и величины, являющейся константой для эхолота ($ConstTS$), определяемой его техническими характеристиками.

Отражение звука от однородного звукорассеивающего слоя характеризуется эффективной площадью обратного рассеяния на единицу объема $\partial\sigma/\partial V$. В этом случае выражение для мощности принимаемого сигнала принимает вид:

$$P_r = \int_V P_t G \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\partial\sigma}{\partial V} \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\lambda^2}{4\pi} G dV, \quad (36)$$

где $\partial\sigma/\partial V dV$ – сечение обратного рассеяния элементарного объема dV , а интегрирование ведется по всему объему V , вносящему вклад в мгновенное значение принимаемого сигнала. Для излучателя с импульсным зондированием объем V определяется сферой толщиной $c\tau/2$, где c - скорость звука в воде, τ - длительность излучаемого импульса. Тогда интегрирование по всему объему V можно заменить интегрированием по полному телесному углу 4π ($dV = 1/2c\tau r^2 d\Omega$):

$$P_r = P_t \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\partial\sigma}{\partial V} \frac{10^{-\alpha r}}{4\pi r^2} \frac{\lambda^2}{4\pi} \frac{c\tau}{2} r^2 \int_{4\pi} G^2 d\Omega. \quad (37)$$

Определим:

$$\int_{4\pi} G^2 d\Omega = G_0^2 \Psi, \quad (38)$$

где G_0 – максимальное усиление антенны;

Ψ – эквивалентный двойной телесный угол, являющийся ключевым параметром антенны.

Вводя коэффициент обратного объемного рассеяния (volume backscattering coefficient) s_V , получаем:

$$s_V = \frac{\partial\sigma/\partial V}{4\pi r_0^2} = \frac{P_r 32\pi^2}{P_t G_0^2 r_0^2 \lambda^2 c \tau \Psi} r^2 10^{2\alpha r}. \quad (39)$$

В эхолоте в расчетах используется логарифмическая форма этого выражения, именуемая силой обратного объемного рассеяния (volume

backscattering strength) S_V :

$$S_V = 10\lg(s_V) = 10\lg(P_r) + 10\lg(r^2 10^{2\alpha r}) - 10\lg\left(\frac{P_t G_0^2 r_0^2 \lambda^2 c \tau \Psi}{32\pi^2}\right). \quad (40)$$

Итак, сила обратного объемного рассеяния складывается из мощности принимаемого сигнала, параметра, зависящего от расстояния r ($BAPV20Logr=20Logr+2\alpha r$), и величины, являющейся константой для эхолота ($ConstS_V$), определяемой его техническими характеристиками.

Таким образом, в результате первичной обработки эхосигналов формируются два массива TS_i и S_{Vi} , которые в цветовых градациях отображаются на экране эхолота, и с которыми производятся дальнейшие вычисления.

2.2.2. Краткая характеристика объекта локации

Если в глубоководных районах и прибрежных морских зонах промышленного рыболовства гидроакустический метод количественной оценки запасов рыбных ресурсов и их состояния находят широкое распространение, то в отношении мелководных внутренних водоёмов (реках, озёрах, водохранилищах и др.) его применение пока ещё достаточно ограничено. Это обусловлено следующими основными факторами:

– при вертикальной локации (обычно применяемой при дистанционной количественной оценке) на малых глубинах, характерных для большинства внутренних водоемов, эхолокационная аппаратура имеет весьма малую зону действия даже при использовании широких характеристик направленности, что, естественно, затрудняет получение достаточно репрезентативных данных, как при количественной оценке концентраций рыбы, так и при оценке их распределения;

– эффект распугивания рыбы движущимся судном вследствие его шумового и визуального воздействия на нее, что особенно существенно сказывается при работе на малых глубинах (до 2.5 м), влияя на горизонтальное распределение рыбы и уменьшение плотностей, наблюдаемых на близких

дистанциях;

– высокая вероятность вариаций в ориентации рыбы при её отпугивании судном, что приводит к колебаниям в определении силы цели рыб и, соответственно, к уменьшению точности численности (биомассы) при количественной оценке;

При вертикальной локации в условиях малых глубин желательно использовать эхолоты с широкой диаграммой направленности антенн для увеличения облучаемого объема. Но в условиях вертикальной локации в любом случае остается приповерхностный слой (ближняя зона Френеля) [70], где диаграмма направленности еще не сформирована. Ширина этого слоя зависит от частоты излучения (рабочей поверхности антенны) и при обработке гидроакустических данных он должен исключаться из обработки. Для того, чтобы данные в этом слое не были потеряны, необходимо использовать боковую горизонтальную локацию. Также при боковой локации возможна регистрация рыбы, ушедшей от судна в результате шумового и визуального воздействия на нее. По этим причинам из года в год растет интерес к использованию горизонтальной локации для оценки рыбных биоресурсов на внутренних водоемах [71, 72, 73]. Данных об акустических свойствах рыб при горизонтальной локации в научной литературе представлено значительно меньше, чем при вертикальной локации.

Определяющую роль в точности оценки рыбных биомасс являются знания об отражающих свойствах ультразвука отдельными рыбами. Рыбы являются одной из разновидностей звукорассеивающих слоев, характеризующих неоднородность водной среды. Рассеяние звуковых волн на малых неоднородностях, размером меньше длины волны $L/\lambda \ll 1$ (где L – длина объекта, λ – длина звуковой волны), подробно описано Рэлеем. Одним из важных свойств рэлеевского рассеяния является неизменность форм индикатрисы рассеяния звука от величины и конфигурации малых объектов, меняются лишь размеры индикатрисы. Рэлеевская теория применима, прежде всего, к планктонным организмам. Для соотношений $L/\lambda > 1$ при увеличении

размеров объектов реальная интенсивность рассеяние звука растет медленнее, чем теоретическая интенсивность. При соотношениях $L/\lambda \gg 1$, теория рассеяния усложняется, так как в этом случае необходимо учитывать дифракционные и интерференционные явления, возникающие на поверхности и внутри рыб. Из-за этого крайне сложно теоретически рассчитать акустические сечения обратного рассеяния рыб σ_{sp} [74], поэтому их приходится определять экспериментально. Установлено, что при отношении размера рыбы к длине звуковой волны меньше восьми основное рассеяние дает плавательный пузырь, с увеличением этого отношения суммарный эхосигнал образуется плавательным пузырем, мясом и костями и при еще больших отношениях L/λ эхосигнал от пузыря становится слабее, чем от мяса и костей [75].

О сложности характеристики обратного рассеяния ультразвука отдельной рыбой можно судить по индикатрисе обратного рассеяния звука сельдью длиной 27 см на частоте 30 кГц (рис. 2.20, [75]). Отчетливо видно, что с изменением угла облучения по отношению к телу рыбы существенно меняется энергия звукового эхосигнала.

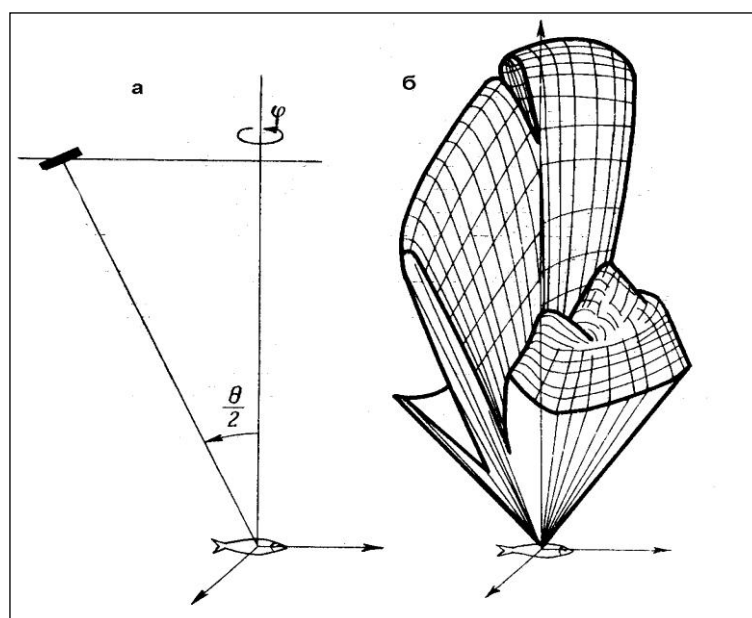


Рисунок 2.20 - Схема измерений (а) и пространственная индикатриса обратного рассеяния звука сельдью длиной 27 см на частоте 30 кГц (б)

Количественными характеристиками отражательной способности объекта

являются σ_{sp} и сила цели рыбы (TS), связанные следующим соотношением:

$$TS = 10 \text{Log} \frac{\sigma_{sp}}{4\pi} . \quad (41)$$

Величина TS зависит от длины (L, см) и от вида рыбы, а также от частоты излучения эхолота. В общем случае ее можно представить, как:

$$TS = a \text{Log}L + b, \quad (42)$$

где a и b – безразмерные постоянные, зависящие от частоты излучения и вида рыбы.

К настоящему времени получено большое количество зависимостей TS от длины для разных видов морских [76, 77, 78] и пресноводных рыб [79, 80, 81, 82], но все же не для всех видов. Поэтому при отсутствии такого уравнения для исследуемого вида (видов) необходимо провести специальные работы либо в садке, либо набрав достаточную статистику измерений TS в процессе тралений и сопоставив эти данные с результатами измерений рыб в уловах (измерения *in situ*). В последнем случае при каждом тралении акустические измерения должны быть выполнены точно в облавливаемом слое и в ночное время, так как ночью плотность скоплений значительно ниже и количество регистраций эхолотом одиночных рыб резко увеличивается.

Если на момент проведения расчетов для TS данного вида литературные данные отсутствуют, следует воспользоваться обобщенными уравнениями, независящими от вида пузырных рыб (применимых только к рыбам с плавательным пузырем), куда входит и длина волны излучения (λ , см), как например формула Лава [83]:

$$TS = 19,1 \text{Log}L + 0,9 \text{Log}\lambda - 23,9, \quad (43)$$

где L – длина рыбы, м; $\lambda=c/f$ – длина звуковой волны в воде; c – скорость звука, м/с; f – частота излучения, Гц.

Но измерения TS некоторых видов рыб часто дают существенное отличие от расчетных значений по таким обобщенным уравнениям. Кроме этого обобщенные уравнения, как правило, удовлетворительно работают только на ограниченном размерном интервале. Следует отметить, что TS рыбы зависит не

только от вида, размера и частоты излучения эхолота. Как показали натурные измерения, TS рыбы существенно изменяется в зависимости от угла облучения [84]. В табл. 2.1 и 2.2 представлены зависимости TS рыб от длины для некоторых видов рыб при вертикальной локации.

Таблица 2.1 - Уравнения TS пресноводных видов рыб от их длины и веса при вертикальной локации и частоте излучения 200 кГц по данным [85]

Виды	<i>n</i>	Длина (<i>L</i>), см	Вес (<i>W</i>), g	Уравнение
Карповые				
Лещь (<i>Abramis brama</i>)	15	7.5-34.0	10-1150	21.16LogL-65.63 7.60LogW-54.61
Плотва (<i>Rutilus rutilus</i>)	11	6.0-26.0	10-360	24.51 LogL-69.08 5.52LogW-49.7
Язь (<i>Leuciscus idus</i>)	7	12.0-33.0	23-940	23.14LogL-67.92 5.20LogW-49.2
Карась (<i>Carassius auratus</i>)	6	15.0-36.0	76-980	22.93 logL- 67.23 5.22LogW-48.7
Окуневые				
Окунь (<i>Perca fluviatilis</i>)	12	17.5-36.0	155-1080	23.60LogL-66.34 8.10LogW-54.3
Судак (<i>Stizostedion lucioperca</i>)	7	12.0-39.0	120-1350	23.80LogL-65.9 8.05 LogW-54.88
Сиговые				
Сиг (<i>Coregonus lavaretus</i>)*	13	20.0-39.0	100-1300	20.97LogL-66.0 5.50LogW-50.0
Байкальский омуль (<i>Coregonus autumnalis migratorius</i>)**		21.0-38.0		20LogL-64.24
Осетровые				
Стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>)	7	18.0-33.0	42-247	31.37LogL-84.51 7.80LogW-57.02

Если в глубоководных районах и прибрежных морских зонах промышленного рыболовства гидроакустический метод количественной оценки запасов рыбных ресурсов и их состояния находят широкое распространение, то в отношении мелководных внутренних водоёмах (реках, озёрах, водохранилищах и др.) его применение пока ещё достаточно ограничено. Это обусловлено следующими основными факторами:

- при вертикальной локации (обычно применяемой при дистанционной количественной оценке) на малых глубинах, характерных для большинства

внутренних водоемов, эхолокационная аппаратура имеет весьма малую зону действия даже при использовании широких характеристик направленности, что, естественно, затрудняет получение достаточно репрезентативных данных как при количественной оценке концентраций рыбы, так и при оценке их распределения;

- эффект распугивания рыбы движущимся судном вследствие его шумового и визуального воздействия на нее, что особенно существенно сказывается при работе на малых глубинах (до 2.5 м), влияя на горизонтальное распределение рыбы и уменьшение плотностей, наблюдаемых на близких дистанциях;

- высокая вероятность вариаций в ориентации рыбы при её отпугивании судном, что приводит к колебаниям в определении силы цели рыб и, соответственно, к уменьшению точности численности (биомассы) при количественной оценке.

При вертикальной локации в условиях малых глубин желательно использовать эхолоты с широкой диаграммой направленности антенн для увеличения облучаемого объема. Но в условиях вертикальной локации в любом случае остается приповерхностный слой (ближняя зона Френеля) [69], где диаграмма направленности еще не сформирована. Ширина этого слоя зависит от частоты излучения (рабочей поверхности антенны) и при обработке гидроакустических данных он должен исключаться из обработки. Для того, чтобы данные в этом слое не были потеряны, необходимо использовать боковую горизонтальную локацию. Также при боковой локации возможна регистрация рыбы, ушедшей от судна в результате шумового и визуального воздействия на нее. По этим причинам из года в год растет интерес к использованию горизонтальной локации для оценки рыбных биоресурсов на внутренних водоемах [70, 71, 72].

Таблица 2.2 - Уравнения S пресноводных видов рыб от их длины для разных частот излучения эхолота при вертикальной локации при вертикальном излучении

Частота, кГц	Вид	Латинское название	Размерный диапазон (L)	Уравнение	A	B	Литературный источник
70	многовидовой		10 см to 39 см	$TS=19.39\text{Log}L(\text{см}) - 62.63$	19,39	-62,63	Borisenko et al., 1989
70	сиг	<i>Coregonus laveretus</i>	20 см to 39 см	$TS=20.63\text{Log}L(\text{см}) - 65.11$	20,63	-65,11	Borisenko et al., 1989
70	окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	18 см to 36 см	$TS=31.88\text{Log}L(\text{см}) - 76.3$	31,88	-76,3	Borisenko et al., 1989
70	лещ	<i>Abramis brama</i>	10 см to 33 см	$TS=26.47\text{Log}L(\text{см}) - 72.06$	26,47	-72,06	Borisenko et al., 1989
70	плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	13.5 см to 25.4 см	$TS=21.2\text{Log}L(\text{см}) - 62.57$	21,2	-62,87	Borisenko et al., 1989
120	многовидовой		72 мм to 690 мм	$TS=21.15\text{Log}L(\text{мм}) - 84.95$	21,15	-84,95	Frouzova et al. 2005
120	плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	117 мм to 305 мм	$TS=18.11\text{Log}L(\text{мм}) - 77.96$	18,11	-77,96	Frouzova et al. 2005
120	кумжа	<i>Salmo trutta</i>	72 мм to 259 мм	$TS=24.4\text{Log}L(\text{мм}) - 89.44$	24,4	-89,44	Frouzova et al. 2005
120	окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	101 мм to 290 мм	$TS=33.11\text{Log}L(\text{мм}) - 110.68$	33,11	-110,68	Frouzova et al. 2005
120	сазан	<i>Cyprinus carpio</i>	140 мм to 690 мм	$TS=28.17\text{Log}L(\text{мм}) - 104.68$	28,17	-104,68	Frouzova et al. 2005
120	молодь окуня	<i>Perca fluviatilis</i>	10 мм to 41 мм	$TS=20.79\text{Log}L(\text{см}) - 86.41$	20,79	-86,41	Frouzova&Kubecka 2004
120	корюшка	<i>Osmerus eperlanus</i>	29 мм to 82 мм	$TS=20\text{Log}L(\text{см}) - 65.9$	20	-65,9	Peltonen et al., 2006
120	ряпушка	<i>Coregonus albula</i>	3 см to 20 см	$TS=25.5\text{Log}L(\text{см}) - 70.9$	25,5	-70,9	Mehner. 2006
420	молодь окуня	<i>Perca fluviatilis</i>	12 мм to 41 мм	$TS=14.37\text{Log}L(\text{см}) - 77.15$	14,37	-77,15	Frouzova&Kubecka. 2004

Данных об акустических свойствах рыб при горизонтальной локации в научной литературе представлено значительно меньше, чем при вертикальной локации. В таблице 2.3 представлены уравнения TS разных видов рыб от их длины при горизонтальном облучении, в зависимости от угла α между акустической осью антенны и продольной осью тела рыбы, для разных частот излучения. В таблице 2.4 представлены уравнения вида $TS=F(L)$ при горизонтальном облучении и положении тела рыбы строго перпендикулярно по отношению акустической оси антенны ($\alpha=90^\circ$) и при расположении тела рыбы вдоль акустической оси ($\alpha=0^\circ$).

Таблица 2.3 - Уравнения регрессии TS пресноводных видов рыб от их длины (мм) при горизонтальном излучении, α – угол между акустической осью антенны и линией вдоль тела рыбы в градусах. F – частота излучения, кГц

F	Вид уравнения	Вид	Латинское название	Размерн. диапазон	V	N	P	Q	Источник
200	$TS = (M \cdot \log(L) + N - (P \cdot \log(L) + Q \cdot \cos^3 2\alpha)) + P \cdot \log(L) + Q,$ L в мм	многовидовой		47 мм to 480 мм	23,00	-87,30	18,66	-85,16	Kubecka&Duncan, 1998
200		радужная форель	<i>Cncorhynchus mykiss</i>	114 мм to 403 мм	20,55	-102,18	18,99	-88,94	Kubecka&Duncan, 1998
200		плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	47 мм to 230 мм	27,72	-95,20	16,40	-80,57	Kubecka&Duncan, 1998
200		елец и голавль	<i>Lerciscus leiciscus and L.cephalus</i>	50 мм to 475 мм	24,00	-89,97	18,34	-84,50	Kubecka&Duncan, 1998
200		окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	50 мм to 249 мм	23,40	-85,60	18,60	-85,16	Kubecka&Duncan, 1998
200		сазан и карась	<i>Cyprinus carpio and Carassius carassius</i>	126 мм to 423 мм	10,80	-75,82	23,58	-93,98	Kubecka&Duncan, 1998
200		лещ	<i>Abramis brama</i>	65 мм to 480 мм	23,42	-86,76	18,02	-82,91	Kubecka&Duncan, 1998
200	$TS = M \cdot \log(L) + N \cdot \cos^3 2\alpha + P,$ L в см	семга и кумжа	<i>Salmo salar and Salmo trutta</i>	20 см to 116 см	22,2	8,7	-75,20		Lilja et al, 2000
200		щука	<i>Esox lucius</i>	42.5 см to 73 см	26,1	9,5	-81,20		Lilja et al, 2000
200		сиг	<i>Coregonus laveretus</i>	34.5 см to 54 см	35	9,8	-95,80		Lilja et al, 2000
420	$TS = (M \cdot \log(L) + N - (P \cdot \log(L) + Q \cdot \cos^3 2\alpha)) + P \cdot \log(L) + Q,$ L в мм	многовидовой		47 мм to 480 мм	27,40	-96,16	22,40	-94,26	Kubecka&Duncan, 1998
420		радужная форель	<i>Cncorhynchus mykiss</i>	114 мм to 403 мм	27,48	-98,60	24,83	-102,5	Kubecka&Duncan, 1998
420		плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	47 мм to 230 мм	30,20	-101,25	21,85	-93,11	Kubecka&Duncan, 1998
420		елец и голавль	<i>Lerciscus leiciscus and L.cephalus</i>	50 мм to 475 мм	27,80	-96,91	21,89	-93,29	Kubecka&Duncan, 1998
420		окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	50 мм to 240 мм	31,01	-102,40	21,98	-92,60	Kubecka&Duncan, 1998
420		сазан и карась	<i>Cyprinus carph and Carassius carassius</i>	126 мм to 423 мм	20,58	-80,14	23,47	-94,76	Kubecka&Duncan, 1998
420		лещ	<i>Abramis brama</i>	65 мм to 480 мм	31,08	-104,40	24,51	-98,97	Kubecka&Duncan, 1998

Таблица 2.4 - Уравнения регрессии для пресноводных видов рыб при горизонтальном излучении и при углах между акустической осью антенны и линией вдоль тела рыбы $\alpha=90^0$ и $\alpha=0^0$. F – частота излучения, кГц

F	вид	латинское название	Размерн. диапазон	$\alpha=90^0$	$\alpha=0^0$	Источник
120	молодь окуня	<i>Perca fluviatilis</i>	12мм to 14мм	TS=18.34 Log(L, мм)-80.82		Frouzova&Kabecka, 2004
120	многовидовой		72 мм to 710 мм	TS=24.71 Log(L, мм)-89.63	TS=19.14Log(L, мм)-101.08	Frouzova et al, 2005
120	плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	117 мм to 305 мм	TS=33,55 Log (L. мм)-107.51	TS=2.49Log(L, мм) - 62.66	Frouzova et al, 2005
120	кумжа	<i>Salmo trutta</i>	72мм to259 мм	TS=17.25Log(L,мм)-75.48	TS=6.77Log(L, мм)-73.87	Frouzova et al, 2005
120	окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	101 мм to290 мм	TS=24 98Log(L, мм) – 88,98	TS=15.36Log(L, мм)- 93.20	Frouzova et al, 2005
120	каarp	<i>Cyprinus carpio</i>	140 мм to 710 мм	TS=25.27Log(L, мм) - 92.06	TS=27.47Log(L, мм)- 119 43	Frouzova et al, 2005
120	лещ	<i>Abramis brama</i>	168 мм to 380 мм	TS=33.03Log(L, мм) -108.36	TS=20.97Log(L, мм)-106.51	Frouzova et al, 2005
200	многовидовой		52 мм to 528 мм	TS=23.90Log(L, мм) - 87.30	TS= 13.41 Log(L, мм)- 83.02	Kubecka&Duncan. 1998
200	радужная форель	<i>Oncortiy chusmykiss</i>	125 мм to 443 мм	TS=29.55Log(L, мм) - 102.18	TS=8.43Log(L, мм)-75.70	Kubecka&Duncan. 1998
200	плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	52 мм to 253 мм	TS=27.72Log(L, мм) -95 29	TS=5.08Log (L, мм) - 65 85	Kubecka&Duncan. 1998
200	елец и голавль	<i>Lerciscus leiciscus and L. cephalus</i>	55 мм to523 мм	TS=24.90Log(L, мм) -89.97	TS=11.79Log(L, мм) - 79.02	Kubecka&Duncan. 1998
200	окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	55 мм to 274 мм	TS=23.49Log(L, мм) -85.60	TS=13.71Log(L, мм)- 84.72	Kubecka&Duncan. 1998
200	сазан и карась	<i>Cyprinus carpio and Carassius carassius</i>	139 мм to 465 мм	TS= 19.89Log(L, мм) -75.82	TS=27.27Log(L, мм) -112.13	Kubecka&Duncan. 1998
200	лещ	<i>Abramis brama</i>	72 мм to 528 мм	TS=23.42Lo(L, мм) -86.76	TS=12,62Log(L, мм)-79.07	Kubecka&Duncan. 1998
200	многовидовой		29см to 119 см	TS=24.2Log(L, мм)–68.3		Lilja et al,2000
200	семга	<i>Salmo salar</i>	30 см to 119 см	TS=25.6Log(L, мм) - 72.6		Lilja et al,2000
200	кумжа	<i>Salmo trutta</i>	29 см to 63 см	TS=28.9Log(L, мм)-77.8		Lilja et al,2000
200	сиг	<i>Coregonus laveretus</i>	34,5 см to 54 см	TS=39.7Log(L, мм) - 90.3		Lilja et al,2000
200	щука	<i>Esox lucius</i>	42,5 смto73 см	TS=24.2Log(L, мм) - 68.3		Lilja et al,2000
420	молодь окуня	<i>Perca fluviatilis</i>	7 мм to 14 мм	TS=19.88Log(L, мм) -85.88		Frouzova& Kubecka. 2004
420	многовидовой		52 мм to 528 мм	TS=27.49Log(L, мм) - 96.16	TS=17.31Log(L, мм)-92.35	Kubecka&Duncan. 1998
420	радужная форель	<i>Oncortiy chusmykiss</i>	125 мм to 443 мм	TS=27.48Log(L, мм) – 98.6	TS=22.18Log(L, мм)- 106.44	Kubecka&Duncan. 1998
420	плотва	<i>Rutilus rutilus</i>	52 мм to 253 мм	TS=30.29Log(L, мм) -101.25	TS= 13.41 Log(L, мм)-84.97	Kubecka&Duncan. 1998
420	елец и голавль	<i>Lerciscus leiciscus and L. cephalus</i>	55 мм to 523 мм	TS=27.89Log(L, мм) - 96.91	TS= 15.90Log(L, мм) - 89.67	Kubecka&Duncan. 1998
420	окунь	<i>Perca fluviatilis</i>	55 мм to 274 мм	TS=31.01 Log(L, мм)- 10249	TS=12.95Log(L, мм)-82.72	Kubecka&Duncan. 1998
420	сазан и карась	<i>Cyprinus carpio and Carassius carassius</i>	139мм to 465 мм	TS=20.58Log(L, мм) -80.14	TS=26.36Log(L, мм) -109.39	Kubecka&Duncan. 1998
420	лещ	<i>Abramis brama</i>	72 мм to 528 мм	TS=31.08Log(L, мм) - 104.4	TS=17.94Log(L, мм) -93.54	Kubecka&Duncan. 1998

2.2.3. Структура программного обеспечения многолучевых систем для построения размерного ряда обнаруженных рыб

Структура рабочего ПО (комплекса алгоритмов вторичной обработки ГАИ) многолучевых систем приведена на рисунке 2.21.

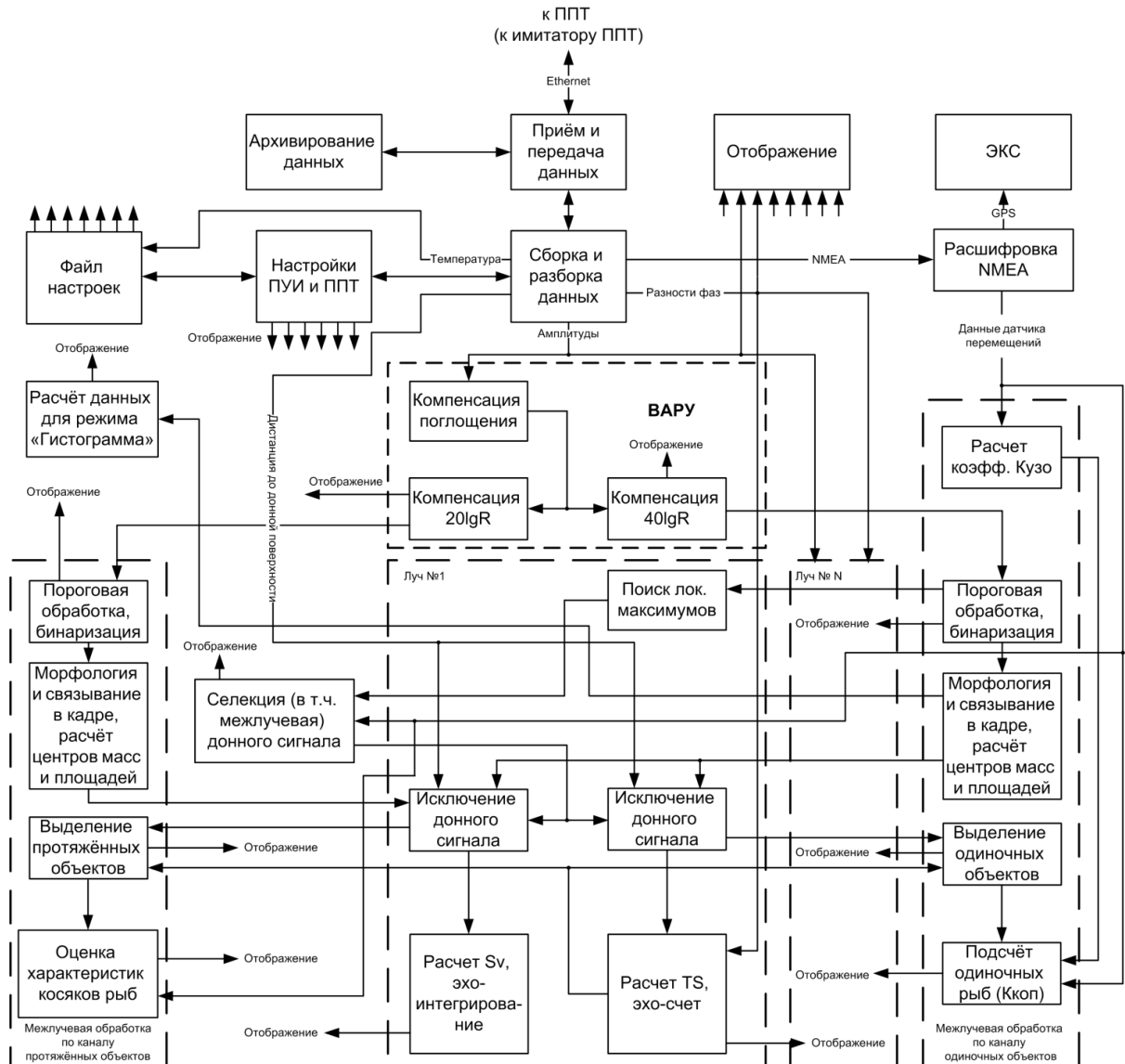


Рисунок 2.21 - Структура ПО многолучевых систем

Под вторичной обработкой ГАИ понимается обработка огибающей эхосигналов по каждому лучу веера (видеосигнала) и сигналов разностей фаз «расщеплённого луча», осуществляющая:

- компенсацию процессов уменьшения амплитуды эхосигнала вследствие геометрического расхождения акустической волны

(дифракционные эффекты), и вследствие физического поглощения (преобразования акустической энергии в другие виды энергии);

- пороговую обработку (выделение полезных сигналов на фоне помех);
- селекцию одиночных целей в каждом луче веера;
- эхосчёт в каждом луче веера;
- эхоинтегрирование в каждом луче веера;
- выделение одиночных целей в секторе;
- выделение протяжённых целей в секторе;
- селекцию донного сигнала в каждом луче веера;
- поштучный подсчёт одиночных рыб;
- расчет концентрации рыб в зависимости от глубины и пройденного расстояния;
- оценку акустических и геометрических характеристик косяков рыб.

Вторичная обработка ГАИ осуществляется с учётом пространственного перемещения (качки) судна.

Для реализации алгоритмов вторичной обработки ГАИ ПО многолучевых систем содержит в своем составе следующие программные модули:

1) модуль временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ), обеспечивающий функции:

- компенсация поглощения звуковых волн в водной среде;
- компенсация геометрического расхождения звуковых волн в водной среде (20lgR и 40lgR).

2) группа модулей внутрилучевой обработки гидроакустических сигналов (по каждому лучу отдельно), включающая модули:

- поиска локальных максимумов;
- селекции донного сигнала;
- селекции одиночных целей;
- эхосчёта;
- эхоинтегрирования;

3) группа модулей межлучевой обработки гидроакустических сигналов по каналу одиночных объектов, включающая модули:

- адаптивной пороговой обработки и бинаризации;
- морфологии и связывания в кадре, расчёта центров масс и площадей;
- выделения одиночных объектов в кадре;
- расчёта коэффициента уменьшения зоны обзора ($K_{узо}$);
- расчёта коэффициента кратности обзора пространства ($K_{коп}$) и подсчёта одиночных рыб;

4) группа модулей межлучевой обработки гидроакустических сигналов по каналу протяжённых объектов, включающая модули:

- пороговой обработки и бинаризации;
- морфологии и связывания в кадре, расчёта центров масс и площадей;
- выделения протяжённых объектов в кадре;
- оценки акустических и геометрических характеристик косяков рыб.

Отдельными самостоятельными модулями ПО многолучевых систем являются:

- модуль сборки управляющих данных для приёмопередатчика и разборки ответных данных, содержащих, в том числе, гидроакустическую информацию;
- модуль приёма и передачи данных;
- модуль архивирования данных приёмопередатчика;
- модуль отображения;
- модуль электронной картографической системы (ЭКС);
- модуль расшифровки NMEA-предложений;
- модуль селекции донного сигнала (СДС), осуществляющий селекцию донного сигнала в каждом луче веера и межлучевую селекцию

донных эхосигналов.

Для решения задачи построения размерного ряда (или гистограммы силы цели) обнаруженных рыб используются алгоритмы из группы «2».

Алгоритм поиска локальных максимумов

Назначение

Алгоритм поиска локальных максимумов предназначен для определения номера отсчёта и амплитуды в этом отсчёте, которая превышает амплитуду в соседних отсчётах.

Локальные максимумы необходимы для работы алгоритмов селекции донного сигнала и селекции одиночных целей.

Алгоритм поиска локальных максимумов работает параллельно во всех лучах веера после пороговой обработки.

Входные данные

Массив эхосигнала по всем лучам, прошедшего пороговую обработку в «канале» одиночных целей («полезные» эхоимпульсы).

Шаги алгоритма

1. Поиск переднего и заднего фронта эхоимпульса.

Находятся номера отсчётов, начиная с нулевого, в которых амплитуда принимает ненулевое значение – это передний фронт импульса. Находятся номера отсчётов, после которых амплитуда принимает нулевое значение при ненулевом значении до этого отсчёта – это задний фронт импульса.

2. Поиск локального максимума.

Для поиска локального максимума в импульсе используется условие:
если $X_{n-1} < X_n$ & $X_{n+1} < X_n$, то X_n – локальный максимум.

На краях импульса при сравнении дважды используются второй или предпоследний отсчёты в зависимости от работы вблизи переднего или заднего фронта импульса.

Выходные данные

Выходными данными алгоритма является массив по каждому лучу номеров отсчётов и соответствующих им амплитуд эхосигнала, которые селектированы как локальные максимумы.

Алгоритм селекции донного сигнала

Назначение

Алгоритм селекции донного сигнала предназначен для исключения донного сигнала с целью предотвращения ложных срабатываний селектора одиночных целей.

Входные данные

Для анализа в алгоритме селекции донного сигнала (СДС) используется массивы значений амплитуды локальных максимумов с соответствующими значениями дальности в каждом луче. Локальные максимумы эхоимпульсов определяются в алгоритме селекции одиночных целей после пороговой обработки.

В алгоритме СДС фактически реализовано два алгоритма: алгоритм СДС в вертикальном луче и алгоритм межлучевой СДС.

Шаги алгоритма

Для каждого цикла изучения определяется вертикальный луч:

1. Из данных модуля расчета параметров качки берется текущее (соответствующее моменту времени для которого берется массив Sig) значение бортовой качки $\varphi_{\text{борт}}$.

2. Рассчитывается номер луча, направление которого наиболее близко к вертикали. Для этого:

- в антенной системе координат вычисляется угол, соответствующий вертикали (равен углу бортовой качки, знак «+» соответствует правому борту, знак «-» – левому борту):

$$\alpha_{\text{верт}} = \varphi_{\text{борт}} + 45^0 \cdot \text{Mode}, \quad (44)$$

где $Mode=0$, если антенна повернута «на борт», $Mode=1$ если антенна ориентирована вертикально (режим «эхолота»);

- вычисляется отношение

$$K = \frac{\alpha_{\text{верт}}}{\Delta\alpha}, \quad (45)$$

где $\Delta\alpha = \frac{90^\circ}{M-1}$, M – количество лучей в веере. В текущем цикле излучения (d) номеру вертикального луча $N_{\text{тек}_d}$ присваивается округленное значение K (дробная часть $\leq 0,5$ – округление в меньшую сторону, дробная часть $> 0,5$ – округление в большую сторону).

После определения номера вертикального луча (наиболее близкого к вертикальному направлению) реализуются алгоритмы СДС в вертикальном луче и межлучевой СДС.

Алгоритм СДС в «вертикальном» луче – наиболее близкому к вертикальному.

Исходными данными для алгоритма СДС в «вертикальном» луче являются: данные модуля ввода информации эхолота – количество выборок в цикле излучение-прием и массив выборок эхосигналов (Sig).

Алгоритм СДС в вертикальном луче осуществляет автоматический поиск и слежение за донным эхо-сигналом в луче, направление которого наиболее близко к вертикали. Для этого в алгоритме СДС в вертикальном луче реализовано четыре режима:

режим "brA" – выделение предполагаемого местоположения донного эхо-сигнала из множества эхо-сигналов, принимаемых в течение одного цикла излучения-приема;

режим "brB" – анализ повторяемости по глубине в четырех последовательных циклах излучения-приема выделенного в цикле "A" эхо-сигнала и принятие решения о его соответствии донному эхо-сигналу;

режим "brC" – захват и слежение за местоположением и амплитудой донного эхо-сигнала и формирование кода глубины морского дна;

режим "brD" – поиск в двух последовательных циклах излучения-

приема потерянного в предшествующем цикле режима "С" донного эхо-сигнала.

Режимы "brB" и "brC" имеют идентичные алгоритмы (см. ниже) и реализуются одной процедурой.

Режим "brA" используется (условие "brA"):

- в первом после включения цикле излучения-приема;
- при отсутствии в одном из циклов режима "brB" эхо-сигнала, превышающего сформированный устройством СДС амплитудный порог;
- при отсутствии донного эхо-сигнала после отработки всех циклов устройства СДС в режиме "brD";
- после нажатия в меню кнопки «СДС»;
- если величина диапазона была изменена таким образом, что значение зафиксированной устройством СДС глубины моря превысило значение нижней границы обзорного диапазона.

Режим "brA"

В режиме "brA" (шаг 1-4) соблюдается следующая последовательность действий:

1. В столбце массива Sig с номером Nтекd (далее назовем его вектором SigNтек, который соответствует лучу, наиболее близкому к вертикальному) проводится поиск во временном интервале, начало которого соответствует удвоенной длительности зондирующего импульса

$$\frac{2\tau_{и}}{\Delta t}, \quad (46)$$

где $\tau_{и}$ – длительность зондирующего импульса,

Δt – время дискретизации,

а конец – нижней границе диапазона эхолота (N), выборки эхо-сигналов, амплитуды которых максимальны в пределах указанного интервала.

2. Если в векторе SigNтек найден один отсчет (с индексом I) с максимальным значением амплитуды $A_{\max\text{верт}_d}$ ($\max(\text{SigNтек})$), то значение дистанции соответствующей этому отсчету присваивается величине hNтек. При наличии нескольких выборок эхо-сигналов с одной и той же

максимальной амплитудой $A_{\max} \text{верт}_d$ ($\max(\text{SigNтек})$), выбирается выборка с наименьшим индексом (дистанцией до антенны) и значение дистанции соответствующей этому отсчету присваивается величине $hNтек$.

3. Величине порога (порога СДС по вертикальному лучу) присваивается значение, равное половине амплитуды максимального эхо-сигнала $A_{\text{пор}} = 0,5 \times A_{\max} \text{верт}_d$. Данный порог будет использоваться для следующего цикла излучения (см. режим "brB"), в вертикальном луче.

4. Переход в режим "brB".

Режим "brB"

В режиме "brB" в каждом из четырех последовательных циклов излучения-приема выполняются следующие операции:

5. В следующем (относительно цикла d , рассмотренном в режиме "brA") цикле излучения-приема вычисляется временной строб для анализа повторяемости эхо-сигнала от дна в вертикальном луче по формуле

$$dT = 2 \cdot \left[\tau_{\text{имп}} + \frac{R}{c} \left| \frac{1}{\cos(2\theta_{07}/2)} - 1 \right| + \frac{2 \cdot \Delta h}{c} \right], \quad (47)$$

где $\tau_{\text{имп}}$ – длительность зондирующего импульса;

R – текущий диапазон дальности;

c – скорость звука в воде;

$2\theta_{07}$ – ширина ХН по уровню 0,7;

Δh – вертикальное смещение судна при качке.

Для перевода величины dT , имеющей размерность [с] в отсчеты, необходимо воспользоваться выражением:

$$dT [\text{отсчет}] = \frac{dT [\text{с}]}{\Delta T}, \quad (48)$$

где ΔT – период дискретизации, берется из модуля ввода информации.

6. В векторе SigNтек , соответствующему вертикальному лучу $Nтек_{d+1}$ в цикле излучения $d+1$, выделяются во временном стробе dT , центр которого соответствует I , эхо-сигналы, амплитуда которых превышает сформированный амплитудный порог $A_{\text{пор}}$. Если в выделенном временном стробе dT отсутствуют отсчеты сигналов, превышающих амплитудный порог $A_{\text{пор}}$, то

алгоритм СДС в вертикальном луче, в следующем цикле излучения-приема, переходит в режим "brA".

7. Из полученных в шаге 6 отсчетов выбирается выборка с максимальной амплитудой $A_{\max} \text{vert}_{d+1}$, величине I присваивается значение индекса этой выборки. При наличии нескольких отсчетов с одной и той же максимальной амплитудой $A_{\max} \text{vert}_{d+1}$ выбирается отсчет с наименьшим индексом (дистанцией до антенны) (I присваивается значение отсчета с наименьшим индексом). Значение дистанции соответствующей отсчету с индексом I присваивается величине $hN_{\text{тек}}$. Величине порога $A_{\text{пор}}$ (порога СДС по вертикальному лучу) присваивается значение, равное половине амплитуды максимального эхо-сигнала отсчета с индексом I : $A_{\text{пор}} = 0,5 \times A_{\max} \text{vert}_{d+1}$.

8. Режим "brB" (шаг 5-7) повторяется для значений d соответствующим следующему циклу излучения-приема ($d=d+1$). При наличии в четвертом рабочем цикле режима "brB" отсчетов сигналов, превышающих амплитудный порог $A_{\text{пор}}$, алгоритм СДС в вертикальном луче, в следующем цикле излучения-приема, переходит в режим "brC".

Режим "brC"

В режиме "brC" в каждом из последующих циклов излучения-приема выполняются следующие операции:

9. Вычисляется временной строб для анализа повторяемости эхо-сигнала от дна в вертикальном луче по формуле:

$$dT = 2 \cdot \left[\tau_{\text{имп}} + \frac{R}{c} \left| \frac{1}{\cos(2\theta_{07}/2)} - 1 \right| + \frac{2 \cdot \Delta h}{c} \right]. \quad (49)$$

10. В векторе $\text{Sig}N_{\text{тек}}$, соответствующему вертикальному лучу $N_{\text{тек}d}$ в цикле излучения d , выделяются во временном стробе dT , центр которого соответствует I , эхо-сигналы амплитуда которых превышает сформированный в предыдущем цикле амплитудный порог $A_{\text{пор}}$. Если в выделенном временном стробе dT отсутствуют отсчеты сигналов, превышающих амплитудный порог $A_{\text{пор}}$, то алгоритм СДС в вертикальном луче, в

следующем цикле излучения-приема ($d=d+1$), переходит в режим "bpD".

11. Из полученных в шаге 10 отсчетов выбирается отсчет с максимальной амплитудой $A_{\max} \text{верт}_d$, величине I присваивается значение индекса этой выборки. При наличии нескольких отсчетов с одной и той же максимальной амплитудой $A_{\max} \text{верт}_d$ выбирается отсчет с наименьшим индексом (дистанцией до антенны) (I присваивается значение отсчета с наименьшим индексом).

12. Величине порога $A_{\text{пор}}$ (порога СДС по вертикальному лучу) присваивается значение, равное половине амплитуды максимального эхо-сигнала с индексом I : $A_{\text{пор}} = 0,5 \times A_{\max} \text{верт}_d$.

13. Присвоение кода индицируемой глубины hd , инд значение дистанции соответствующей отсчету с индексом I hd , инд = $hN_{\text{тек}}$.

14. Реализация алгоритма межлучевой СДС в текущем цикле излучения-приема.

15. Режим "bpC" (шаг 9-14) повторяется для значений d соответствующим следующему циклу излучения-приема ($d=d+1$).

Режим "bpD"

В режиме "bpD" в каждом из двух последовательных циклов излучения-приема выполняются следующие операции:

16. Вычисляется временной строб для анализа повторяемости эхо-сигнала от дна в вертикальном луче по формуле:

$$dT = 2 \cdot \left[\tau_{\text{имп}} + \frac{R}{c} \left| \frac{1}{\cos(2\theta_{07}/2)} - 1 \right| + \frac{2 \cdot \Delta h}{c} \right]. \quad (50)$$

17. В векторе $\text{Sig}N_{\text{тек}}$, соответствующему вертикальному лучу $N_{\text{тек}d}$, в цикле излучения d , во временном стробе длиной $2 \times dT$, центр которого соответствует I , выделяются эхо-сигналы амплитуда которых превышает сформированный в последнем цикле режима "bpC" амплитудный порог $A_{\text{пор}}$.

18. Из полученных в шаге 17 отсчетов выбирается отсчет с максимальной амплитудой $A_{\max} \text{верт}_d$, величине I присваивается значение индекса этой выборки. При наличии нескольких отсчетов с одной и той же

максимальной амплитудой $A_{\max d}$ выбирается отсчет с наименьшим индексом (дистанцией до антенны) (I присваивается значение отсчета с наименьшим индексом).

19. Если величина $A_{\max d}$ меньше порога $A_{\text{пор}}$, то алгоритм СДС в вертикальном луче переходит в режим "bpA".

20. В случае фиксации отсчетов с признаком донного эхо-сигнала (превышение амплитуды порога) величине порога $A_{\text{пор}}$ (порога СДС по вертикальному лучу) присваивается значение, равное половине амплитуды максимального эхо-сигнала с индексом I : $A_{\text{пор}} = 0,5 \times A_{\max d}$. Коду индицируемой глубины hd , инд присваивается значение дистанции соответствующей отсчету с индексом I .

21. Режим "bpD" (шаг 16-20) повторяется для значений d соответствующим следующему циклу излучения-приема ($d=d+1$). При наличии во втором рабочем цикле режима "bpD" отсчетов сигналов, превышающих амплитудный порог $A_{\text{пор}}$, алгоритм СДС в вертикальном луче, в следующем цикле излучения-приема, переходит в режим "bpC".

Алгоритм межлучевой СДС.

Исходными данными для алгоритма межлучевой СДС являются: массив выборки эхосигналов (Sig), данные алгоритма СДС в вертикальном луче – номер вертикального луча и значение глубины в вертикальном луче.

Если на плавсредстве установлены два многолучевых эхолота, каждый по своему борту, то для правого и левого борта алгоритм межлучевой СДС реализуется отдельно. Приведенный алгоритм осуществляет автоматический поиск и слежение за донным эхо-сигналом в соседних наклонных лучах (межканальная обработка алгоритма СДС). Для этого в массиве данных (Sig), текущего цикла излучения-приема (d), перебираются данные всех лучей, и для каждого вектора данных, соответствующего номеру текущего луча, выполняются следующие операции:

1. Формируется номер нового луча $N_{\text{текнакл}_d}$ относительно номера текущего луча $N_{\text{тек}_d}$ (или $N_{\text{текнакл}_d}$) (путем инкремента или декремента

номера $N_{\text{текнакл}_d}$ в зависимости от направления движения перебора лучей).

2. Для нового луча с номером $N_{\text{текнакл}_d}$ вычисляется угол наклона относительно вертикали по формулам:

$$\text{для } 127 \geq N_{\text{текнакл}_d} \geq 0 - \alpha_{N_{\text{текнакл}}} = |90^0 - \Delta\theta_{\text{н}} \cdot N_{\text{текнакл}} + \varphi_{\text{борт}} - 45^0 \cdot \text{Mode}|,$$

$$\text{для } 255 \geq N_{\text{текнакл}_d} \geq 128 - \alpha_{N_{\text{текнакл}}} = |\Delta\theta_{\text{н}} \cdot (N_{\text{текнакл}} - 128) + \varphi_{\text{борт}} - 45^0 \cdot \text{Mode}|,$$

где $\Delta\theta_{\text{н}} = \frac{90^0}{N_{\text{max}} - 1} \approx 0.7^0$ – угол неперекрывающейся области по уровню 0.7 (угловой шаг лучей);

N_{max} – число лучей в секторе 90^0 .

3. Вычисляется временной строб. Если угол наклона относительно вертикали меньше половины ширины ХН ($\alpha_{N_{\text{текнакл}}} < \frac{2\theta_{0,7}}{2}$), то временной строб вычисляется по формуле

$$dT = 2 \cdot \left[\tau_{\text{имп}} + \frac{R}{c} \left| \frac{1}{\cos\left(\frac{2\theta_{0,7}}{2} + \alpha_{N_{\text{текнакл}}}\right)} - 1 \right| + \frac{2 \cdot \Delta h}{c} \right]. \quad (51)$$

Если угол наклона относительно вертикали больше или равен половине ширины ХН ($\alpha_{N_{\text{текнакл}}} \geq \frac{2\theta_{0,7}}{2}$), то временной строб вычисляется по формуле

$$dT = 2 \cdot \left[\tau_{\text{имп}} + \frac{R}{c} \left| \frac{1}{\cos\left(\frac{2\theta_{0,7}}{2} + \alpha_{N_{\text{текнакл}}}\right)} - \frac{1}{\cos\left(\alpha_{N_{\text{текнакл}}} - \frac{2\theta_{0,7}}{2}\right)} \right| + \frac{2 \cdot \Delta h}{c} \right]. \quad (52)$$

4. В векторе $\text{Sig}N_{\text{текнакл}}$, соответствующему текущему наклонному лучу $N_{\text{текнакл}_d}$ в цикле излучения d , выделяются во временном стробе dT , центр которого соответствует I , эхо-сигналы, амплитуда которых превышает сформированный в предыдущем луче амплитудный порог $A_{\text{пор}}$. Если в выделенном временном стробе dT отсутствуют отсчеты сигналов, превышающих амплитудный порог $A_{\text{пор}}$, то шаги 1-4 алгоритма межлучевой СДС повторяются для следующего луча ($N_{\text{текнакл}_d} = N_{\text{текнакл}_d \pm 1}$, знак от борта – для правого «-» или для левого «+»). Если для следующего луча в выделенном временном стробе dT отсутствуют отсчеты сигналов,

превышающих амплитудный порог $A_{пор}$, то алгоритм межлучевой СДС прекращается.

5. Из полученных в шаге 5 отсчетов выбирается отсчет с максимальной амплитудой $A_{махнакл_d}$, величине I присваивается значение индекса этой выборки. При наличии нескольких отсчетов с одной и той же максимальной амплитудой $A_{махнакл_d}$ выбирается отсчет с наименьшим индексом (дистанцией до антенны) (I присваивается значение отсчета с наименьшим индексом).

6. Величине порога $A_{пор}$ (порога СДС по вертикальному лучу) присваивается значение, равное:

$$A_{пор} = 0.3 + \frac{0.7}{Coeff \cdot (33 - N_{текнакл_d})} A_{махнакл_d}, \quad (53)$$

где $Coeff$ – безразмерный коэффициент определяющий скорость изменения амплитуды порога в зависимости от номера луча.

7. Присвоение кода индицируемой глубины hd , инд значение дистанции соответствующей отсчету с индексом I .

8. Если угол наклона относительно вертикали больше или равен 800 ($\alpha_{N_{текнакл}} \geq 80^0$), то алгоритм межлучевой СДС, для текущего борта прекращается.

9. Шаги 1-8 повторяются для следующего луча.

Выходные данные

Выходными данными алгоритма является массив пороговых значений по каждому лучу веера.

Алгоритм селекции одиночных целей

Назначение

Алгоритм селекции одиночных целей предназначен для отбора из всех полезных эхосигналов, расположенных выше линии дна, эхосигналов, принадлежащих одиночным целям, а также для расчёта силы цели одиночных целей.

Алгоритм работает параллельно в каждом луче веера в каждом цикле

излучения-приёма (по каждому ответному массиву данных).

Входные данные

Входными данными алгоритма являются:

- массив полезных эхосигналов по каждому лучу выше линии дна;
- массив отсчётов локальных максимумов (номер отсчёта, амплитуда);
- массив данных угла по продольной оси антенны;
- массив данных угла по поперечной оси антенны;
- коэффициент поглощения звука в воде, дБ/км;
- скорость распространения звука в воде, м/с;
- длительность зондирующего импульса, с;
- количество отсчётов в зондирующем импульсе, шт;
- минимальное значение нормированной длительности импульса (нормировка относительно числа отсчётов в зондирующем импульсе);
- максимальное значение нормированной длительности импульса ;
- уровень определения длительности импульса, дБ;
- зависимость коэффициента компенсации силы цели $K(\alpha, \beta)$ от углов по продольной α и поперечной β осям (зависимость выявляется по результатам калибровки);
- максимальное значение компенсации силы цели (TS);
- максимальное значение стандартной девиации разности углов по продольной оси, градусы;
- максимальное значение стандартной девиации разности углов по поперечной оси, градусы.
- порог селекции одиночных целей, дБ.

Шаги алгоритма

1. Расчёт коэффициента компенсации амплитуды.

В настройках алгоритма применён термин «компенсация силы цели». Связь коэффициентов компенсации силы цели [дБ] и компенсации амплитуды [раз] задаётся формулой:

$$K[\text{раз}] = 10^{\frac{K[\text{дБ}]}{20}}. \quad (54)$$

Для номера отсчёта, в котором определён локальный максимум, берутся значения углов по продольной α и поперечной β осям антенны в соответствующих массивах входных данных, и рассчитывается значение компенсации амплитуды $K(\alpha, \beta)$ в зависимости от этих углов.

Если рассчитанное значение превышает заданное в настройках максимальное значение компенсации силы цели (амплитуды), то дальнейшая проверка потенциальной цели не проводится.

Иначе – рассчитанное значение компенсации силы цели $K(\alpha, \beta)$ запоминается; осуществляется переход к следующему шагу.

2. Расчёт значения порога для определения длительности импульса.

В настройках алгоритма задаётся уровень определения длительности импульса в децибелах относительно амплитуды локального максимума. Пересчёт из [дБ] в линейный масштаб [раз] задаётся формулой:

$$U[\text{раз}] = 10^{\frac{U[\text{дБ}]}{20}}. \quad (55)$$

Амплитуда локального максимума S умножается на заданное в настройках значение уровня определения длительности импульса (в линейном масштабе).

Слева и справа от локального максимума определяются отсчёты, амплитуда S_i которых превышает рассчитанное значение порога определения длительности импульса.

Количество отсчётов, превысивших рассчитанное значение, делится на количество отсчётов в зондирующем импульсе. Т. о. вычисляется нормированное значение длительности проверяемого эхоимпульса потенциальной цели. Это значение сравнивается с минимальным и максимальным значениями нормированной длительности импульса.

Если нормированное значение длительности эхоимпульса потенциальной цели не укладывается в интервал между минимальным и максимальным значениями нормированной длительности импульса, то дальнейшая проверка потенциальной цели не проводится.

Иначе – переход к следующему шагу.

3. Расчёт стандартной девиации углов (α) и (β).

Для номеров отсчётов в интервале длительности каждого эхоимпульса над уровнем определения длительности импульса проводится расчёт стандартной девиации углов по продольной (α) оси и углов по поперечной (β) оси антенны в соответствии с формулой:

$$s. d. = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(a_i - \bar{a})^2}{n-1}}, \quad (56)$$

где a_i – текущее значение угла под огибающей импульса над уровнем определения длительности импульса;

\bar{a} – среднее арифметическое всех значений угла под огибающей.

Если рассчитанные значения стандартной девиации превышают заданные максимальные значения стандартной девиации углов по продольной и поперечной осям, то дальнейшая проверка потенциальной цели не проводится.

Иначе – переход к следующему шагу.

4. Расчёт истинной дистанции до потенциальной цели.

Для эхоимпульсов, прошедших предыдущие шаги селекции, рассчитывается истинное значение дистанции (r) до потенциальной цели по формуле:

$$r_t = \frac{\sum_{i=m}^{m+n-1} r_i A_i}{\sum_{i=m}^{m+n-1} A_i} - \frac{c\tau}{4}, \quad (57)$$

где m – номер первого отсчёта в эхоимпульсе;

r_i – значение дистанции текущего отсчёта;

A_i – значение амплитуды в текущем отсчёте, c – текущее значение скорости звука [м/с];

τ – длительность зондирующего импульса [с].

Если разность истинных дистанций r_{t_i} между двумя соседними потенциальными целями (эхоимпульсами) меньше $c\tau/4$, то дальнейшая проверка потенциальной цели с меньшим значением амплитуды S в локальном максимуме не проводится.

Оставшиеся импульсы считаются прошедшими селекцию импульсов от

одиночных целей.

5. Расчёт силы цели.

Для каждого эхоимпульса в луче, прошедшего предыдущие шаги селекции, рассчитываются значения силы цели:

5.1. Значение амплитуды S_n в локальных максимумах селектированных эхоимпульсов делится на рассчитанный ранее коэффициент ВАРУ для номера отсчёта локального максимума (ВАРУ была применена перед настоящим алгоритмом в блоках «Компенсация поглощения» и «Компенсация 40lgR» на схеме алгоритмов обработки сигналов ПО ПУИ);

5.2. Полученное значение умножается на коэффициент ВАРУ для рассчитанной на шаге 4 истинной дистанции до потенциальной цели;

5.3. Полученное значение умножается на коэффициент компенсации амплитуды $K(\alpha, \beta)$ для данного отсчёта, рассчитанный в шаге 1. Т.о. рассчитывается истинная амплитуда от цели:

$$A = S_n \cdot K(\alpha, \beta)_n \cdot \left(\frac{r_t}{r_n}\right)^2 \cdot 10^{0.0001B \cdot (r_t - r_n)}, \quad (58)$$

где B – коэффициент поглощения звука в воде.

5.4. Для расчёта силы цели TS вычисляется десятичный логарифм полученного значения амплитуды и умножается на 20:

$$TS = 20 \log \left(S_n \cdot K(\alpha, \beta)_n \cdot \left(\frac{r_t}{r_n}\right)^2 \cdot 10^{0.0001B \cdot (r_t - r_n)} \right), \quad (59)$$

Выходные данные

Выходными данными алгоритма являются три массива:

1) массив отсчётов по каждому лучу, где на местах отсчётов под огибающими всех эхоимпульсов в луче, прошедших селекцию, располагаются импульсы с одинаковой амплитудой, рассчитанной на шаге 5.3;

2) массив отсчётов по каждому лучу, где на местах отсчётов под огибающими всех эхоимпульсов в луче, прошедших селекцию, располагаются импульсы с одинаковой силой цели, рассчитанной на шаге 5.4;

3) массив значений дистанции и силы цели для каждой селектированной цели.

Алгоритм эхосчета

Назначение

Эхосчёт – подсчёт количества эхоимпульсов, селектированных как одиночные цели в результате работы алгоритма селекции одиночных целей в заданном интервале дистанций по диапазону дальности и в интервале пути, пройденном судном.

Эхосчёт осуществляется:

- а) в каждом луче веера в заданном диапазоне дистанций;
- б) в веере в заданном диапазоне дистанций (глубин).

Входные данные

Вариант «а»:

1. Номер луча (соответствует номеру, заданному в настройках вида режима «Эхограмма»).

2. Выходные данные алгоритма селекции одиночных целей для заданного номера луча (массив значений силы цели и соответствующих им дистанций).

3. Количество слоёв в луче.

4. Значения ближней и дальней от антенны границ каждого слоя.

5. Настройки гистограммы (максимальный процент, разрешение).

6. Диапазон отображаемых значений силы цели.

7. Тип (по дистанции, по времени, по циклам излучения-приема) и величина интервала расчёта.

Вариант «б»:

1. Выходные данные алгоритма селекции одиночных целей по всем лучам (массивы значений силы цели и соответствующих им дистанций).

2. Количество слоёв в секторе.

3. Значения ближней и дальней от антенны границ каждого слоя.

4. Настройки гистограммы (максимальный процент, разрешение).

5. Диапазон отображаемых значений силы цели.

6. Величина интервала расчёта.

Шаги алгоритма

Вариант «а»:

1. В первом цикле излучения-приёма отслеживается попадание значения дистанций, на которых обнаружены одиночные цели, в заданный диапазон дистанций слоя.

2. Подсчитывается количество одиночных целей со значением дистанции, находящемся внутри диапазона дистанций слоя.

3. В соответствии с настройками гистограммы (максимальный процент, разрешение) осуществляется расчёт относительного количества (в процентах) целей в каждом интервале (столбце) гистограммы с шагом «разрешение» по значению силы цели TS. Высота столбца гистограммы соответствует проценту числа целей для соответствующего столбца с учётом заданного максимального процента.

4. В следующем цикле излучения-приёма повторяется шаг 1. Шаг 2 повторяется в части подсчёта количества одиночных целей в слое. Затем число одиночных целей, рассчитанных в текущем цикле излучения-приёма, суммируется с числом одиночных целей в слое, рассчитанным в предыдущем (предыдущих) цикле (циклах) излучения-приёма.

5. В цикле излучения-приёма, рассматриваемом в п. 4 в соответствии с новым числом одиночных целей производится перерасчёт распределения относительного количества одиночных целей по значению силы цели и в соответствии с новыми данными – «перерисовывание» гистограммы.

6. Цикл подсчёта (накопления количества одиночных целей в слое), отображения общего количества одиночных целей в слое, пересчёта и «перерисовывания» гистограммы продолжается до тех пор, как заданный тип интервала расчёта (по дистанции, по времени или по количеству циклов излучения-приёма) достигнет заданного предельного значения. После этого количество одиночных целей в слое и данные гистограммы сбрасываются в нулевое значение.

7. Начиная со следующего цикла излучения-приёма шаги 1-6

повторяются. Количество повторений не ограничено.

Вариант «б»:

1. Значения дистанции одиночных целей во всех лучах пересчитываются в значение глубины в зависимости от ориентации веера (для ориентаций «Эхолот» и «ГБО») или в расстояние от плоскости антенны до воображаемых плоскостей границ слоёв (для ориентации «Вперёд смотрящий гидролокатор»).

2. Отслеживается попадание значения глубины (расстояния), на которой обнаружена одиночная цель, в диапазон глубин (расстояний) слоя.

3. Подсчитываются количество одиночных целей со значением глубины (расстояния), находящимся внутри диапазона глубин (расстояний) слоя.

4. В соответствии с настройками гистограммы (максимальный процент, разрешение) осуществляется расчёт относительного количества (в процентах) целей в каждом интервале (столбце) гистограммы с шагом «разрешение» по значению силы цели TS.

5. Далее повторяются шаги 4-7 описания алгоритма по варианту «а».

Выходные данные

Выходными данными алгоритма является распределение (гистограмма) одиночных целей по силе цели в процентном соотношении для заданного активного слоя заданного луча в заданном интервале расчёта, как показано на рисунке 2.22. Данная гистограмма характерна для случая, когда в водоеме преобладают рыбы одного вида, сила цели которых примерно одинакова.

В том случае, если в водоеме присутствуют рыбы нескольких видов, существенно различающихся по силе цели, то вид гистограммы распределения одиночных целей по силе цели будет как на рисунке 2.23.

Классификация рыб выполняется путем сличения величин сил цели, зафиксированных многолучевым эхолотом и отображенных на гистограмме, с экспериментальными данными, приведенными в табл. 2.1 – 2.4.

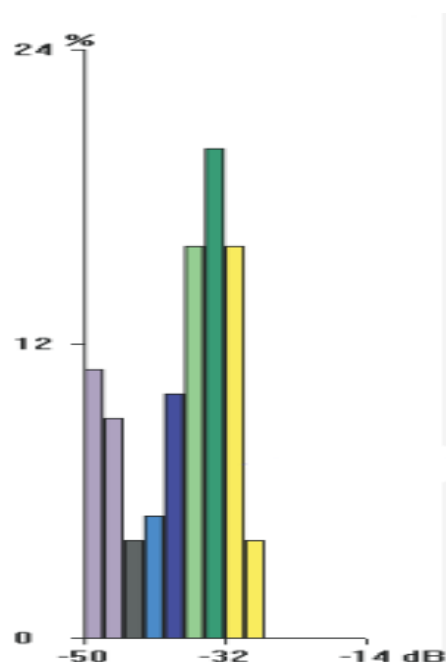


Рисунок 2.22 - Пример гистограммы распределения одиночных целей по силе цели

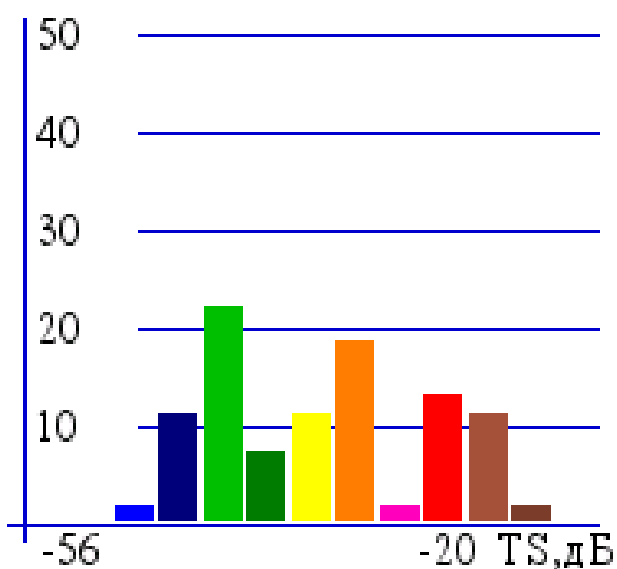


Рисунок 2.23 - Пример гистограммы распределения одиночных целей по силе цели при наличии в водоеме 3 видов рыб

Описание программы и описание применения программы для гидроакустической съемки приводится в приложение А.

ВЫВОДЫ

1. Существующие современные аппаратные средства для гидроакустических съемок на мелководных внутренних водоемах и

прибрежных морских акваториях на малогабаритных судах имеют некоторые ограничения. По сравнению с ними многолучевые системы имеют существенные преимущества по целому ряду функциональных возможностей, в том числе: широкий сектор обзора; отсутствие боковых лепестков диаграммы направленности; высокий уровень разрешения одиночных объектов (до 2,5 см) и др.

2. Применение многолучевых систем позволит более чем на порядок расширить зону обзора водного пространства (по сравнению, например, с широко используемым малогабаритным научно-исследовательским эхолотом Simrad EY60), и в ряде случаев, уменьшить время и затраты на проведение акустических съёмок и повысить достоверность получаемых оценок запасов рыбы. Таким образом, использование многолучевой системы для количественной оценки рыбных концентраций позволяет перейти на значительно более качественный уровень гидроакустических съёмок и проводить работы на акваториях, ранее недоступных для их проведения.

3. Существующие руководства по проведению гидроакустических съёмок морально устарели. Аппаратные средства, предлагаемые для проведения съёмок в этих руководствах, основаны либо на однолучевых антеннах, либо на антеннах с расщепленным лучом, имеющих очень малый объем облучения на малых глубинах, из-за узких диаграмм направленности антенн. Для проведения гидроакустических съёмок с применением многолучевых систем была необходима собственная методика, которая позволит выполнять гидроакустические съёмки по единым технологиям и обрабатывать их результаты по единым алгоритмам.

ГЛАВА III.

ПРОВЕДЕНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ ГОСТ Р 15.011-96

Дополнительные патентные исследования проведены на основе Технического задания по теме «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях» в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 на поиск патентных изобретений в области:

1. современной рыбопоисковой аппаратуры (научные многолучевые эхолоты и гидролокаторы, эхолоты и гидролокаторы, а также эхолоты и гидролокаторы для поштучного подсчёта рыб и компьютерные программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов);
2. валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций

В настоящее время во многих странах, в том числе и в России, наряду с традиционными океаническими методами лова рыбы происходит интенсивное развитие рыборазведения с последующим ловом рыба в ограждённых районах прибрежных морских зон рыболовства и во внутренних водоёмах. Это связано с уменьшением рыбных запасов в традиционных районах лова, введением квот на вылов, а также позволяет значительно снизить затраты на единицу произведённой продукции.

Так, в приказе Минсельхоза РФ от 31 марта 2011 г. № 86 «Об утверждении отраслевой программы «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011-2013 годы» планируется увеличить производство товарной рыбы с 106,4 тыс. тонн в 2010 году до 153 тыс. тонн в 2013 году, производство рыбопосадочного материала с 27,8 тыс. тонн в 2010 году до

39,6 тыс. тонн в 2013 году. Объем финансирования на реализацию этой программы на период 2011 - 2013 годы составляет 1755,0 млн. рублей за счет собственных средств и других источников.

Естественно, что квалифицированное выполнение данной программы, и других аналогичных программ по рыборазведению и рыболовству во внутренних водоёмах невозможно без использования современных средств наблюдения и контроля за процессами развития рыбы, её подсчёта, определения гидрологического состояния водоёмов, в которых происходит нагул рыбы. Для этих целей в настоящее время широко используют различные виды гидроакустической аппаратуры: эхолоты, гидролокаторы, рыбосчётные системы. Однако следует отметить, что данная аппаратура применительно для её использования в ограждённых районах прибрежных морских зон рыболовства и во внутренних водоёмах, имеющих как правило, малые глубины и небольшие поперечные размеры, имеет свои особенности, которые в имеющихся образцах учтены не в полной мере. Поэтому необходима разработка специализированных гидроакустических систем как исследовательских, так и промысловых, адаптированных для данных целей. При этом следует учитывать и использовать имеющиеся в различных странах передовые наработки по различным видам гидроакустической аппаратуры.

Сохранение биоразнообразия является одним из основных вопросов современной биологии. Задача сохранения животных в природе требует глубоких теоретических знаний об объекте исследований. В первую очередь – выявления факторов, критических для существования популяции. Особенно это важно для редких малочисленных видов, подвидов и популяций.

В связи с этим неинвазивное оценка благополучия популяций у животных в природе приобретает всё большее значение, однако используется оно главным образом для оценки влияния отдельных биотических и антропогенных факторов.

В данном отчёте приведён обзор патентных и других информативных

источников по гидроакустическим системам, с целью определения передового состояния техники в данном направлении, которое будет учтено при разработке научных многолучевых эхолотов и гидролокаторов для поштучного подсчёта рыб и определения видового состава рыбного населения, а также информация о патентных поисках по методам неинвазивной оценки благополучия популяций животных.

Дополнительный патентный поиск выполнен согласно Регламенту поиска №1 (Приложение Б.2) по нескольким направлениям, для каждой из которых найдены более 15 патентных изобретений и заявок на изобретения, соответствующих предмету исследования или наиболее близки к нему. Результаты поиска оформлены в виде отчета о поиске по формам приложений Б.1, Б.2, Б.3, Б.4 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.011-96.

Поиск по предмету «Современная рыбопоисковая аппаратура (научные многолучевые эхолоты и гидролокаторы для поштучного подсчёта рыб, а также компьютерные программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов)» позволяет сделать следующие выводы:

Основное назначение исследовательской гидроакустической аппаратуры – это обеспечение судоводителя информацией о наличии рыбных скоплений (как в толще воды, так и вблизи дна), оценке их параметров, подсчёт отдельных рыб, а также информацией о гидрологии и других характеристик исследуемого водоёма.

В соответствии с общепринятой классификацией рыбопоисковая гидроакустическая аппаратура, использующая активный способ локации, подразделяется на следующие основные виды:

- рыбопоисковые эхолоты, обеспечивающие поиск рыбных скоплений и получение гидроакустической информации с вертикального направления под килем судна или из вертикального сектора ориентированного поперек судна;

- рыбопоисковые гидролокаторы, обеспечивающие поиск рыбных скоплений и получение гидроакустической информации в любом или в

большинстве направлений нижней полусферы под судном.

Большинство запатентованных изобретений по этой части являются действующими, но имеют различный технологический уровень. Ведущими фирмами-разработчиками гидроакустических рыбопоисковых систем в России являются:

1. Федеральное Государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт «Морфизприбор» (концерн «Океанприбор»);
2. ОАО «Таганрогский завод «Прибой»;
3. ООО Конструкторское бюро морской электроники «Вектор», г. Таганрог;
4. ООО «Экран», г. Жуковский.
5. Таганрогский радиотехнический университет (Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге);
6. Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии;
7. Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз»;
8. ЗАО "НТП "РЕАКОНТ"

Основными фирмами – производителями гидроакустических систем рыболовства и навигации являются: HITACHI LDT, NIPPON ELECTRIC CO (JP), FURUNO ELECTRIC CO (JP), WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP (US), STN ATLAS ELEKTRONIK GMBH (DE), THOMSON CSF (FR), THOMSON MARCONI SONAR SAS (FR), SIMRAD (NO), концерн «Океанприбор», Таганрогский завод «Прибой».

На современном уровне необходимо объединять элементы гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры с другими информационными системами позволяющими выполнять задачи определения состояние контролируемого водного бассейна, параметров рыбных скоплений, характеристики отдельных рыб, их подсчёт, и другие.

Очевидно, что разрабатываемая гидроакустическая аппаратура должна отвечать следующим требованиям:

- *Выполнять лоцирование в условиях мелководья со значительными перепадами глубин, градиентов температур, наличием взвешенных частиц;*
- *Определять гидрологическую обстановку в районе нахождения судна (измерять скорость и направление движения судна, скорости течений, ветра, температуру, солёность и другие параметры воды);*
- *Определять плотность рыбных скоплений, размер и видовой состав рыб, выполнять её численный подсчёт;*
- *Предусматривать запись и хранение текущей информации с возможностью её последующего просмотра и анализа;*
- *Иметь модульную конструкцию на аппаратурном и программном уровнях, позволяющую в последующем легко модернизировать разработанную систему, адаптировать к различным условиям эксплуатации, дополнять новыми более совершенными блоками и программными продуктами;*
- *Обеспечивать построение объёмной 3D картины донной поверхности района исследований с нанесением на ней точных положений рыбных скоплений и судна путём обработки информации от эхолота, гидролокатора, системы позиционирования и базы данных электронных карт;*
- *Обеспечивать удобное архивирование данных получаемых от разных систем с привязкой ко времени и координатам, с возможностью их полного представления и в различных сочетаниях, последующего анализа с использованием, как стандартных программных пакетов, так и специализированных программ.*
- *Позволять определять видовой состав рыбного населения внутренних водоемов.*

При разработке аппаратуры и программного обеспечения, очевидно, следует обратить внимание на последние достижения, используемые в

аналогичных системах, в частности: специализированная цифровая обработка эхо-сигналов, мультипликативные способы формирования необходимой диаграммы направленности приёмных акустических антенн, использование высших гармоник зондирующих сигналов и другие.

Патентные исследования по блоку «Валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций» развиваются активно, что говорит об актуальности данного направления. Из проведенного патентного поиска выявлен ведущий институт в области валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций: Государственное научное учреждение (ГНУ) Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИГИС). А также подобные исследования проводят в Институте медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского.

Поиск, изучение соответствия завершенных патентных исследований заданию на их проведение, достоверности их результатов, степени решения поставленных перед патентными исследованиями задач позволяет определить тенденции развития объекта исследования. Более того обосновывает необходимость проведения патентных исследований.

ВЫВОДЫ

Дополнительные патентные исследования основывались на положениях ГОСТ Р 15.011-96, что полностью соответствует заданию на их проведение.

Анализ отечественной патентной информации полученный в результате дополнительных патентных исследований показал, что проблема разработки методов и приборов гидроакустической съемки внутренних водоемов различного типа с целью оценки численности рыб, а также определения их видового состава является актуальной.

При анализе выявленных документов патентной информации с названием изобретения «Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза», разрабатываемого в рамках проекта, на этапе

планирования полных аналогов не выявлено.

Планируемая заявка охраноспособна. Обладает новизной и отсутствием дублирования.

ГЛАВА IV.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ДИОКСИНАМИ

Диоксины и фураны – более точное название полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД) и полихлорированные дибензофураны (ПХДФ) – являются двумя из двенадцати «стойких органических загрязнителей» (СОЗ), по которым в настоящее время ведутся переговоры с целью заключения глобального соглашения. В Решении 18/32, принятом в Найроби в мае 1995 года, непосредственно указывается на необходимость принятия международных мер по сокращению и ликвидации выбросов и эмиссий СОЗ.

4.1. Миграция и кумуляция диоксинов и его аналогов в экосистеме

Окружающая природная среда – это динамическая система и высокотоксичные химические вещества, попадая в одну из фаз среды, переносятся и в другие ее фазы. В большинстве случаев потенциальный риск, ассоциирующийся с попаданием токсиканта в окружающую среду, прямо соотносится с площадью распространения и уровнем миграции из среды в среду.

Исходя из собранных, к настоящему времени данных о источниках диоксина и его аналогов, ясно, что эти токсиканты загрязняют атмосферный воздух, открытые водоемы и почву.

Так анализ вклада выпуска собственных сточных вод в загрязнение поверхностных водоемов на территории Нидерландов диоксинами и его аналогами показал, что он значительно уступает удельному весу загрязнений, поступающих с территорий сопредельных государств по рекам Рейн и Маас, который составляет не менее 50-80 г/год [88].

Количество и состав выбросов диоксина и его токсичных аналогов в атмосферу зависит, прежде всего, от вида источника. Так, процессы горения

(мусоросжигательные печи, городские свалки, пожары) преимущественно являются загрязнителями атмосферного воздуха, тогда как целлюлозно-бумажные производства в основном загрязняют открытые водоемы.

Анализируя информацию о поступлении и выносе диоксинов и его аналогов в Норвегии, С.С. Юфит [87] пришел к заключению о том, что собственные выбросы диоксина и его аналогов предприятиями Норвегии в атмосферный воздух составляет примерно 98.8% и лишь 1.2% примерно поровну распределяются между сбросами в открытые водоемы и непосредственно на почву. Баланс загрязнения природной среды завершает трансграничный перенос с территории сопредельных государств: с атмосферными потоками диоксин и его аналоги поступают в количестве, равном примерно 80% собственного вклада в загрязнение атмосферного воздуха. За пределы Норвегии выносятся примерно 66% собственных и поступивших извне атмосферных загрязнений. Из оставшегося на территории страны количества 88% выпадают на почву, остальные, попадая в открытые водоемы, накапливаются в донных осадках.

Из приведенного баланса следует, что в Норвегии основная угроза полихлорированных углеводов исходит от абгазов собственных промышленных предприятий и мусоросжигательных установок. Определенное место занимают и трансграничные атмосферные переносы токсикантов с территорий сопредельных государств. Таков баланс загрязнений полихлорированными автоматическими углеводородами в Норвегии. Для других стран баланс токсикантов может существенно отличаться. Однако методический подход, предложенный С.С. Юфитом, вполне приемлем для анализа баланса загрязнителей окружающей среды в других странах.

Вопреки распространенному мнению о локальном загрязнении полихлорированными дибензо-п-диоксинами и дибензофуранами современные исследования в разных странах показали их широкое распространение в атмосферном воздухе в концентрациях от 1.3 до 9.6 $\mu\text{г}/\text{м}^3$

[88]. Так, в атмосферном воздухе г. Готеборга (Швеция) и его окрестностей (40 км от города) идентифицированы ПХДД/ПХДФ. Во всех пробах обнаружены тетра-, пента-, гекса-, гепта- и октахлорпроизводные диоксинов и дибензофуранов, в том числе диоксин ($0.001-0.009 \text{ пг/м}^3$) [89]. Среди ПХДД преобладали окта- и гептахлорпроизводные, тогда как в из ПХДФ преобладали тетра- и пентахлорпроизводные, причем максимальное загрязнение воздуха в городе наблюдалось при низкой скорости ветра и низкой температуре. Обратный поток воздуха из города привел к увеличению концентрации загрязнителей в пригороде. Источниками ПХДД/ПХДФ в атмосферном воздухе являются различные процессы сжигания, в том числе и выхлопные газы автомобилей.

В районах расположения промышленных и мусоросжигательных предприятий уровень загрязнения атмосферного воздуха ПХДД/ПХДФ достигает существенных значений [90, 91, 92, 93]. Количество ПХДД/ПХДФ в атмосферном воздухе зависит от удаленности источников токсикантов, их наличия и видов. Весной и летом уровень загрязнения примерно в 2 раза выше, чем осенью и зимой.

В атмосферных осадках тетра- и пентахлорзамещенные диоксины не обнаружены. Осаждению ПХДД/ПХДФ из атмосферного воздуха способствуют туманы. Максимальное осаждение в течение суток приходится на 1-4 часа ночи. В дождевой воде вымывание токсикантов наблюдается на порядок меньше [94]. В весенний и летний периоды уровень ПХДД/ПХДФ в атмосферном воздухе примерно в 2 раза выше.

Учитывая, что большая часть атмосферных загрязнений осаждаются на почву, представляется целесообразным оценить степень возможного ее загрязнения и опасности.

Фоновые концентрации ПХДД/ПХДФ в почве (по оценке загрязнения 15 городов) в среднем составляют 1.4 ($0.05-9.1$) мкг/кг, в том числе в городской почве – 1.8 мкг/кг [95]. Наибольшее загрязнение почвы естественно ожидать вблизи предприятий, имеющих диоксиноопасные

производства, непосредственно после аварий, сопровождающихся выбросами в атмосферный воздух соответствующих токсичных химических веществ. Самый большой выброс ПХДД/ПХДФ зафиксирован во время аварии в г. Севезо (Италия) на предприятии по производству трихлорфенола 10 июля 1976 г., когда в атмосферу, как предполагают, по разным расчетам поступило примерно 0.25-4.5 кг ПХДД/ПХДФ. В результате уровень загрязнения почвы ПХДД/ПХДФ достигал 10 пг/га при концентрации 51.3 мкг/кг [96]. Близкий уровень загрязнения почвы наблюдался лишь в Миссури в результате обработки дорог масляными отходами, которая приводила к накоплению ПХДД/ПХДФ в почве до 0.8-0.9 мкг/кг [97], тогда как в период обычного загрязнения атмосферного воздуха уровень ПХДД/ПХДФ в почве не превышал 0.4 пг/га [98].

Безусловно, анализируемая информация относится к исследованиям, проведенным в разные годы и, в свою очередь, соответствует разному уровню их достоверности, однако она хотя бы ориентировочно позволяет получить представление о фоновом загрязнении почвы различных регионов.

Уровень транслокации чрезвычайно токсичных химических веществ типа диоксина, трудно поддающихся индикации, через почву может быть выражен через потенциал выщелачивания:

$$L_p = S_w/P_v \cdot K_{oc}, \quad (60)$$

где S_w - растворимость в воде;

P_v - давление пара;

K_{oc} - коэффициент распределения, стандартизованный для органического содержимого почвы;

$$K_{oc} = \frac{K_d \cdot 100}{f} \quad (61)$$

f - % органического углерода;

$$K_d = \frac{\text{концентрация веществ в почве (г)}}{\text{концентрация в водной фазе (мл)}} \quad (62)$$

В соответствии с этой моделью уровень транслокации химического вещества из почвы определяют два ключевых фактора: растворимость в воде и давление пара. Вещества с высокой растворимостью и низким давлением паров легче выщелачиваются, в то время как вещества с низкой растворимостью и высоким давлением паров преимущественно переходят в атмосферу. Транспорт веществ с низкой растворимостью и низким давлением паров, к которым следует отнести диоксин и многие его аналоги, значительно зависит от взаимодействия между твердыми частицами почвы и водной фазой. Эта связь, в свою очередь, зависит от содержания органических соединений в почве. Абсорбция диоксина в почве в большинстве случаев необратима. Малая подвижность диоксинов, обусловлена очень низкой растворимостью в воде и высоким сродством с почвой, богатой органическими веществами. Перемещение диоксина в почве происходит с газовой фазой; вертикальный транспорт с водной фазой незначителен. Поэтому грунтовые воды вряд ли могут быть загрязнены ПХДД/ПХДФ до опасного для человека уровня.

Обладая чрезвычайной биологической активностью и малой растворимостью в воде, диоксин, попадая в почву, фиксируется в верхнем (гумусном) слое преимущественно на глубине 2-5 см, почти не диффундируя в более глубокие слои. Основным механизмом исчезновения ПХДД/ПХДФ из почвы заключается в фоторазложении уже в момент распыления на почву и при ветровой эрозии [99]. Попавшие в почву ПХДД/ПХДФ постепенно подвергаются микробному разложению, в связи с чем скорость его деструкции в почве, прежде всего, зависит от климатических условий зараженной местности и стимулирования размножения микроорганизмов [95]. Для почв с низкой влажностью и невысокой среднесуточной температурой период полураспада ПХДД/ПХДФ составляет примерно 330 суток, при высокой влажности и сравнительно высокой температуре - менее 190 суток; при средних условиях - порядка 225-275 суток. Присутствие в

почве пестицидов, являющихся донорами водорода, и, тем самым, способствующих размножению микроорганизмов, например, хлорированных производных феноксиуксусной кислоты, ускоряет деструкцию диоксина и его аналогов.

Следует иметь в виду, что органические растворители (нефтепродукты и другие органические вещества), присутствующие в отходах производств совместно с ПХДД/ПХДФ, существенно способствуют их проникновению в грунтовые воды на глубину до 6-20 м [100].

Данные о фоточувствительности диоксина, к сожалению, оказались не столь обнадеживающими, так как дневной свет обезвреживает диоксин путем постепенного дехлорирования. А так как в окружающую среду из антропогенных источников ПХДД и ПХДФ поступают в основном в виде окта-, гепта- и гексапроизводных, то в процессе солнечной инсоляции количество пента- и тетрапроизводных увеличивается [101]. Это относится, прежде всего, к загрязнению почвы, так как в растворах, в том числе в воде, фотолиз практически не сопровождается дополнительным образованием диоксина.

При загрязнении почвы до уровня 1 мкг/кг диоксин и его токсичные аналоги сорбируются растениями, накапливаясь в корнях на уровне 3-10, в наземных частях - 0.3-10% концентрации, определяемой в почве. Наибольшей аккумулирующей способностью среди растений обладают клубневые и корнеплоды. Транслокация диоксина из корней к листьям чрезвычайно низкая. Диоксин способен накапливаться в семенах и плодах, но уровень накопления в плодах остается ниже, чем в листьях. Наземная часть растения загрязняется пылью, содержащей ПХДД/ПХДФ, образующейся в результате ветровой эрозии. Суммарный коэффициент аккумуляции ПХДД/ПХДФ для игл канадской ели, овощей, кукурузы и злаков равен 10^4 - 10^5 .

Сочетание химической и биологической стабильности веществ типа диоксина с высокой липофильностью приводит к широкому их

распространению в объектах окружающей среды. Вследствие низкой летучести, высокой сорбционной способности и низкой растворимости в воде, транспорт этих веществ в окружающей среде осуществляется, главным образом, посредством твердых частиц, сорбирующих яды на своей поверхности (атмосферная пыль, почва, донные отложения, суспензирование в воде и пр.). Фоновые концентрации диоксина в атмосферном воздухе промышленных городов находятся на уровне 0,2- 200 н/м³.

Фактический потенциал окисления диоксина в атмосфере неизвестен. Расчетное значение периода полураспада ($1/2t$) паров диоксина в атмосфере при его окислении ОН-радикалами составляет трое суток. Вероятна фотодеградация диоксина на свету, но скорость этого процесса неизвестна. Период полураспада паров диоксина в воздухе дернообразующего покрова составляет 24 дня.

Основным депо диоксина в окружающей среде является почва. Во Вьетнаме после применения "оранжевой" смеси, содержащей диоксин, поверхностный слой почвы содержал его в количестве до 8 мкг/м². Считается, что в этих условиях в организм человека диоксин поступает в количестве 1/12050 от количества, находящегося на 1 м² площади почвы. В Севезо (Италия) сразу после аварии в 1976 году на производстве 2,4,5-трихлорфенола диоксин в поверхностном слое почвы содержался в концентрации 51,3 мг/кг.

Диоксин чрезвычайно устойчив в почве, стабильно связывается с ней и обычно сохраняется близко к поверхности (в основном до глубины 2-5 см). Потенциал выщелачивания диоксинов из почвы незначителен. Под влиянием осадков диоксин в почве практически не перемещается и, таким образом, в грунтовые воды почти не поступает [95].

Однако следует иметь в виду, что часто не учитывают роль сопутствующих загрязнителей и носителей токсичных органических веществ. Роль носителей в распространении и дальнейшей судьбе диоксина чрезвычайно важна, так как этот параметр влияет не только на глубину

проникновения токсиканта, но и связывание его с компонентами почвы. Эти два параметра, в свою очередь, влияют на уровень миграции и удаление ПХДД/ПХДФ из почвы в результате таких процессов, как поверхностный фотолиз, транспорт газовой фазы и адвекция.

Начальное перемещение в основном зависит от объема и вязкости переносчика (масляные отходы, метанол, фенол), пористости почвы и коэффициента распределения между носителем и почвой. Эта миграция в почве управляется процессами абсорбции/десорбции и может быть выражена через фактор замедления (R_d), который представляет собой отношение скорости потока масляных отходов (V_{wo}) и скорости потока диоксина (V_o) [102]:

$$R_d - \frac{V_{wo}}{V_o} = 1 + b/e \cdot K_d \quad (63)$$

где b - плотность объема (г/см^3);

e - пористость почвы;

K_d - коэффициент распределения.

Значение K_d для диоксина между почвой и масляными отходами принят равным 0,04. Проверка в полевых условиях показала, что в течение первой недели изменений концентрации диоксина в почве не происходит. Значительный перенос в более глубокие слои происходит в период со 2-й недели до 1 месяца. Этот перенос обусловлен вымыванием диоксина из пор почвы водой с компонентами масляных отходов и образованием коллоидной суспензии. Продвижение диоксина вглубь со временем становилось более выраженным. Причиной этого может быть гравитация и капиллярный поток масляных отходов. Испарение диоксина с поверхности почвы зафиксировано, но скорость его очень мала [103].

Относительно загрязнения наземных растений в опубликованных исследованиях имеется несколько явных противоречий. Они заключаются в различных данных об уровне абсорбции ПХДД и ПХДФ различными

частями растений, о свойствах корневого поглощения и транслокации к листьям, утверждениях о зависимости и независимости уровня загрязнения листьев от содержания токсикантов в почве. Isensce и Jones [102], исследуя корневое всасывание диоксина бобами и овсом, показали, что уже через 10 дней концентрация яда в растениях достигает максимального уровня. Причем содержание диоксина в бобах соответствовало его концентрации в почве, а в овес набирал вдвое больше. В дальнейшем концентрация диоксина снижается и к концу второго месяца не превышает 1/50 содержания яда в почве. Транслокация вещества с поверхности листьев в другие части растения вообще отсутствует. Загрязнение наземных частей растений в основном происходит в результате ветровой эрозии почвы; незначительное количество диоксина поглощается из почвы корнями и клубнями растений [103]. Способность высших растений поглощать диоксин из почвы проверена в лабораторных условиях на примере маиса и бобов. Растения выращивали в условиях открытого и закрытого грунта на почве, содержащей от 1 до 750 нг/кг диоксина. Накопление диоксина в корнях растений во всех условиях эксперимента в конце периода выращивания превышало концентрации в почве, тогда как в наземных частях растений было не выше 2 нг/кг. Даже при такой высокой концентрации диоксина, как 10 мкг/кг, наблюдавшейся в 1977 г в Севезо, следы ПХДД/ПХДФ определяли лишь в кожуре плодов и зерен кукурузы. То есть источником загрязнения была воздушная пыль, а не поглощение диоксинов из почвы [104].

Показано, что наличие диоксина в почве на уровне концентрации 2.4 мкг/кг не оказывает заметного влияния на уровень микробной активности почвы, грибов и актиномицетов [105]. Количество микробов было больше в почве с высоким содержанием производных феноксиуксусных кислот и повышенной влажности. Этот эффект увеличения числа микроорганизмов может происходить из-за усвоения веществ, необходимых микроорганизмам.

Существенное количество ПХДД/ПХДФ поступает в организм человека с овощами и фруктами. В суточном рационе жителя Канады

поступление ПХДД/ПХДФ в организм человека с корнеплодами составляет примерно 73%, с фруктами и другими растениями - 3 %, тогда как с молоком – 16.4%, с мясом и яйцами - 6%. Клубневые растения (картофель, морковь) накапливают диоксин примерно до 90% концентрации, наблюдающейся в почве [102]. В тканях наземных животных диоксин накапливается до уровня его концентрации в почве. Считается, что возможность попадания диоксина в организм человека из почвы невелика. Однако при определенных условиях содержания сельскохозяйственных животных существует реальная возможность перехода диоксина и его аналогов из почвы через пищевые продукты животного происхождения в организм человека [106]. Часть ПХДД/ПХДФ с поверхности почвы смывается дождевыми водами в открытые водоемы.

В Канаде в полевых условиях проведены эксперименты по моделированию судьбы диоксина в открытых водоемах. В исследованиях, проводившихся в течение 426 дней в Канаде в открытых водоемах, емкостью 5.5 м³, изучали распределение и трансформацию имитатора диоксина - нетоксичного С¹⁴-1,3,6,8-тетрахлордибензо-п-диоксина (при концентрациях в воде 98-980 нг/л) в системах:

вода \rightarrow воздух;

вода \rightarrow донные осадки;

донные осадки \rightarrow водные растения.

В атмосферном воздухе концентрация 1,3,6,8-ТХДД в течение первых 24 часов после обработки водоема составляла 8.4-18.6 нг/м³. В воде концентрация 1,3,6,8-ТХДД быстро уменьшалась с периодом полураспада 14-28 часов. К 34 дню уже через сутки основным депо становятся донные осадки, в которых через 1 месяц оказалось 34-80% исходного соединения. К концу периода исследований имитатор диоксина активно накапливался также в водных растениях: фактор биоконцентрации 1,3,6,8-ТХДД равен $(2.5-3.4) * 10^4$ - $(0.27-2.0) * 10^5$. Бесспорно, диоксин значительно устойчивее имитатора, однако распределение и трансформация

последнего в открытой водной системе убедительно демонстрирует возможное поведение диоксина.

Важный аспект распределения диоксина - биоаккумуляция в рыбе. Этот феномен в принципе можно выразить как отношение концентрации диоксина в рыбе к концентрации в воде. Принимая во внимание значительную сложность прямого определения фактора биоаккумуляции рыба/вода ($F f/a$), эту величину оправдано определять через коэффициент отношения октанол/вода ($K o/v$) и растворимость в воде (Pv), использованные в формулах, выведенных на основе экспериментов P.Isnarr и S.Lambert [107]:

$$\log F f/a = 0.8 \log K o/v - 0.52 \quad (64)$$

$$\log F f/a = 3.13 - 0.51 \log P v \quad (65)$$

Эффект воздействия ПХДД и ПХДФ на водные организмы в целом оценить трудно, так как информация имеется только по некоторым аспектам экотоксикологии. В основном она касается остаточного уровня токсикантов в рыбе. Так, общий уровень диоксина и его аналогов в целой рыбе в о. Онтарио (Канада) колебался в пределах от 46 до 290 нг/кг (в мышцах - 60-366 нг/кг), в том числе диоксин составлял в целой рыбе 6-20 нг/кг (60% от общего количества ГХДД и 10% от всех диоксинов и дибензофуранов [107]). Следует иметь в виду, что концентрация ПХДД/ПХДФ в тканях рыб и ракообразных коррелирует с содержанием диоксинов, накапливающихся в донных осадках и планктоне. Причем, концентрация диоксина в тканях рыбы может превышать 20 нг/кг, достигая в отдельных случаях микрограммовых количеств, что часто составляет существенную долю диоксина, поступающего в организм человека с продуктами питания [108].

В природных водных экосистемах процесс переноса диоксина осуществляется по следующей схеме [108]:

вода \rightarrow водоросли \rightarrow улитки;

вода \rightarrow диатомовые водоросли, простейшие;

ротаферы \rightarrow дафнии \rightarrow рыбы.

Меченый ^{14}C диоксин в концентрации, соответствующей его

содержанию в коммерческом препарате 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты, используемом в сельском хозяйстве, перемешивался с почвой, помещаемой в аквариум, заполняемый водой. На следующий день в аквариум помещались дафнии, моллюски, водоросли, простейшие и ротаферы. Наблюдение продолжалось в течение 1 месяца. 85-99% диоксина осталось в почве в адсорбированном состоянии. Количество диоксина (Y; нг/кг), поглощенного биологическими организмами, относительно его содержания в воде (X; пг/л) математически выражалось следующим образом:

улитки	$\text{Log } Y = 1.229 + 1.059 \log x;$
дафнии	$\text{Log } Y = 1.377 + 0.874 \log x;$
рачки	$\text{Log } Y = 0.501 + 1.141 \log x;$
зубаны полосатые	$\text{Log } Y = 0.893 + 0.927 \log x;$
гамбузии	$\text{Log } Y = 1.393 + 0.875 \log x;$
водоросли	$\text{Log } Y = 0.851 + 1.148 \log x.$

Выведенные закономерности позволили сделать вывод о том, что при стоке воды с почвы, обработанной препаратами 2,4,5-трихлорфеноксиуксусной кислоты, содержащими диоксин в количестве 0.1 мкг/л, в небольшие водоемы ПХДД/ПХДФ могут поступать в пг/л и создавать достаточно высокий уровень аккумуляции диоксина и его токсичных аналогов в рыбе и других водных организмах. Если сток осуществляется в сравнительно большое озеро или реку, то накопление ядов водными организмами незначительно.

4.2 Токсические свойства диоксинов и дибензофуранов

В основе отрицательных биологических эффектов диоксина большинством исследователей признается его выраженная активность как индуктора микросомальных монооксидаз смешанной функции, зависящих от цитохрома Р-450, и гидроксилазы ароматических углеводов. Активация микросомальных монооксидаз ферментативной системы, ответственной за

биотрансформацию сотен чужеродных соединений и ядов и синтез важнейших для жизнедеятельности эндогенных веществ, таких, как стероидные гормоны, холестерин, жирные кислоты, простагландины и другие, приводит к нарушению обменных процессов, метаболическому хаосу. Усиление функционирования митохондриальных оксигеназ сопровождается активацией свободнорадикальных процессов, что влечет за собой поражение жизненно важных ферментов, структурных белков, нуклеиновых кислот и мембран клеток органов мишеней.

Начальным в действии диоксина является его взаимодействие с цитозольным белком, являющимся цитоплазматическим рецептором (Ah-рецептор), который подобно рецепторам стероидных гормонов, после взаимодействия с лигандом транслоцируется с ядром и взаимодействует со специфическими доминантами ДНК. Результатом является индукция синтеза гидроксилазы арилуглеводородов (монооксидаза, зависящая от цитохрома P-450), что приводит к созданию мультиферментного комплекса цитохрома P-448, и синтетазы δ -аминолевулиновой кислоты (исходного фермента, обеспечивающего синтез гема) [103, 104, 105, 106, 107]. Происходит изменение скорости синтеза жизненно важных белков, ведущее к генерализованной дисфункции клетки и ее гибели, что в основном и обуславливает токсические эффекты. Ah рецепторы обнаружены в лимфоцитах, коже, плаценте, легких, почках, селезенке и кишечнике. Не исключено, что первичным в действии диоксина является стимулирование активности протеинкиназы плазматических мембран, независимой от циклического АМФ, активизирующей функционирование рецепторов посредством фосфорилирования белка [109].

Установлено, что цитохром P-450 приспособлен к взаимодействию с молекулами, имеющими сферическую форму, тогда как цитохром P-448 взаимодействует с крупными плоскими молекулами [109]. Именно форма молекулы диоксина - симметричная, абсолютно плоская с размерами, идеально совпадающими с активным центром Ah-рецептора - определяет его

чрезвычайную токсичность.

Другие ароматические углеводороды (2,3,7,8-тетрахлордibenзофуран, бенз(а)пирен, 3-метилхолантрен, β -нафтофлавона) конкурируют с диоксином за рецептор [110]. Индукторы других форм цитохрома (16 α -цианпрегненолон и фенobarбитал) способны конкурировать с диоксином за Ah-рецептор не обладают.

Замена атомов хлора в молекуле диоксина на другие радикалы, перемещение атомов хлора или заполнение ими медиальных положений, замена атомов кислорода атомами серы приводят к резкому уменьшению токсичности.

Представление о строении Ah-рецептора вполне сопоставимо с ранее обоснованным представлением о тетрамерном строении H-холинорецептора и высоком сродстве с ним бисчетвертичного аммониевого основания - декаметония. Изменение длины полиметиленовой цепочки, как и в случае с ингибиторами Ah-рецепторов, снижают фармакологическую активность. Восстановить ее можно, введя в активные центры радикалы, обладающие более выраженными свойствами электронных акцепторов, тем самым смещая активные центры электронной оболочки молекулы до оптимально соответствующего центрам рецептора [111, 112]. В аналогах диоксина, как и в случае с бисчетвертичными аммониевыми основаниями, имеющими сравнительно короткую полиметиленовую цепочку (6-9 звеньев), так же наблюдается смещение активных центров молекулы (создание так называемых "дробных" зарядов).

Компьютерным анализом взаимосвязи между электростатическими потенциалами молекул и биологической активностью хлорированных дibenзо-п-диоксинов, включающей оценку токсичности, индукции арилуглеводородгидроксилазы и связывание рецепторов, установлено, что концентрации отрицательного электростатического потенциала приходится на области расположения атомов кислорода и галогенных заместителей [113]. Биологическая активность молекул зависит от оптимального уровня

отрицательного электростатического потенциала в латеральной области молекул в соединении с ослаблением электростатического потенциала вблизи кислорода. Иными словами, на латеральных областях молекулы создаются дробные заряды, способные реагировать со специфическим Ah-рецептором.

В принципе, отдельные физико-химические характеристики Ah-рецептора определены: молекулярная масса равна 110 000, радиус Стокса равен 61 ± 1.5 А, коэффициент седиментации - 4.45 [114]. Ковалентное связывание диоксина с макромолекулами печени не превышает 0.1% вводимой дозы. Подсчитано, что 1 молекула диоксина связывается с количеством ДНК, содержащимся в 35 клетках печени.

Присутствие диоксиновых рецепторов обнаружено в печени, легких, тимусе, почках, лимфоцитах и незначительное количество - в головном мозгу, мышцах и семенниках. Различиями в количестве рецепторов в разных органах и тканях, вероятно, объясняется разная способность диоксина и дибензофурана индуцировать активность арилуглеводороддегидрогеназы (АУГ) в органах и тканях. Различия отмечены и в разной способности ПХДД/ПХДФ ингибировать АУГ [115]. Так, в почках, легких и печени относительно АУГ диоксин более активен, чем дибензофуран; в представительной железе, тимусе и селезенке активность АУГ индуцирует только дибензофуран.

Диоксин вызывает повышение активности некоторых ферментов, связанных с цитохромом Р-450, имеющих важное значение в обмене с холестерином, синтезе глюкокортикоидов, что может быть причиной атрофии тимико-лимфоидной системы [116]. Атрофия тимуса: индуцированная диоксином, обусловлена активацией Ca^{2+} -зависимой эндотелиазы.

Немалую роль в механизме вредного воздействия диоксина играет индукция перекисного окисления липидов, приводящая к повреждению клеточных мембран, ингибирование глутатионпероксидазы и уменьшение в

печени содержания Г-SH [113]. В печени диоксин связывается с липопротеидами высокой плотности. Диоксин вызывает субклеточные изменения, связанные с нарушением метаболизма липидов и функций мембран [115]. Катализатором разрушения связей яда с липопротеидами является липаза [117]. Микроскопически в цитоплазматических вакуолях гепатоцитов были обнаружены многослойные фрагменты мембран. Предполагается, что диоксин, его аналоги и их метаболиты связываются клетками гладкого ретикулума с последующим накоплением их вместе с мембранными фрагментами в гепатоцитах для выведения с желчью [118]. Однако диоксин не взаимодействует непосредственно с цитоплазматической мембраной, а индуцирует такое изменение метаболизма клеток, которое приводит к поражению мембран [119].

Молекулярно-теоретическое моделирование позволило установить наличие у гормонов щитовидной железы структурных детерминант, аналогичных диоксину, обуславливающих некоторые эффекты при взаимодействии с определенными биохимическими системами клеток. Показано, что в основе токсического действия диоксина лежит также его тиреотоксиноподобная активность [120, 121]. Химическая тиреоидэктомия защищает животных от гибели после введения диоксина в дозе в 2-2.5 раза превышающей ЛД₅₀.

Сравнение гидродинамических и молекулярных характеристик рецепторного белка, реагирующего с диоксином, с рецепторными белками, связывающими стероидные гормоны и витамин D, установлена близость диоксинового и стероидного рецепторов [123].

В патогенезе диоксиновой интоксикации заметная роль отводится нарушению витаминного обмена. В малых дозах диоксин стимулирует экскрецию ретинола и снижает его депонирование в тканях [124]. Другой витамин - рибофлавин обладает определенным стереоструктурным сходством с диоксином, обуславливая конкуренцию за связь с Ah-рецептором [125]. Имеется мнение, что наличие диоксина и его аналогов в

грудном молоке, возможно, является причиной возникновения у новорожденных нарушений свертываемости крови, обусловленных дефицитом витамина К. Возможно этим можно хотя бы отчасти объяснить наблюдающийся в последние десятилетия рост геморрагических заболеваний и смертности новорожденных. Предполагают, что эти вещества, будучи сильными индукторами ферментов, усиливают метаболизм хинонов и приводят к развитию дефицита витамина К, болезней крови и продолжительной желтухи новорожденных.

Лишь около 10% диоксина, попадая в организм млекопитающих, вовлекается в метаболические процессы. Диоксин не вовлеченный в метаболические процессы и его токсичные аналоги распределяются преимущественно в жировой ткани и печени (отмечены видовые различия в распределении диоксина в тканях: у человека - преимущественно в жировой ткани, у грызунов - в ткани печени). Незначительная часть яда в неизменном виде откладывается в тканях желудочно-кишечного тракта (~7%), кожи (1%) и мышцах (0.5) [125]. В метаболизме диоксина участвует цитохром Р-448. Основными метаболитами диоксина являются 2-гидрокси-3,7,8-трихлордибензо-п-диоксин, 2-гидрокси-1,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксин и 1,3,7,8-тетрахлор-2-оксидибензо-п-диоксин. Эти соединения отличаются от исходного соединения низким сродством к Ah-рецептору и высокой скоростью клиренса. Токсичность метаболитов примерно в 100 раз меньше токсичности диоксина [126]. С их действием связывают продолжительное снижение активности уропорфириногендекарбоксилазы [126, 127]. Неподвергшийся метаболизму диоксин выводится из организма преимущественно через желчевыделительную систему с фекалиями (>90%). В желчи диоксин находится в форме конъюгатов с глюкуроновой кислотой. Тесной связи между временем элиминации и токсичностью не установлено [127]. Период полувыведения токсиканта из организма человека, установленный путем многолетних обследований американских ветеранов войны во Вьетнаме, составляет 5.8-9.6 (в среднем 7.1) лет [126]. Метаболиты

выделяются в течение 24 часов также преимущественно желчевыведительной системой (~80%), 8% выделяются с мочой [127]. Периоды выведения ПХДД и ПХДФ различны и увеличиваются с возрастанием степени их хлорирования.

В период лактации значительная часть диоксина выводится с молоком (11-16% суточного потребления диоксина). Причем у первородящих женщин интенсивность выведения диоксина с грудным молоком в два раза выше, чем у повторнородящих женщин.

В результате с грудным молоком в организм ребенка поступает примерно 10-70 пг/кг в сутки, а за весь период грудного вскармливания ребенок получает около 4% общего количества диоксина, поглощаемого человеком в течение всей жизни. Это вызывает весьма разноречивые мнения среди ученых. В период грудного кормления человек получает лишь 1/50 часть диоксина, получаемого в течение всей жизни. Если в дальнейшем поступление в организм диоксина не будет существенно превышать допустимое суточное потребление, можно полагать, что вредного воздействия не произойдет. С другой стороны, в настоящее время нет достаточных доказательств того, что отказ от грудного вскармливания или частичная замена грудного молока искусственной смесью, часто с неизвестным содержанием диоксина и его токсичных аналогов, не является более вредным для здоровья ребенка.

При введении диоксина крысам (75 мкг/кг однократно, затем 15 мкг/кг еженедельно) через неделю количество яда в печени и жире достигало 373 и 33 нг/кг соответственно; через 7 недель количество диоксина соответственно возрастало в 2 и 8 раз. В течение 9 недель все опытные животные погибли. При дозе в 3 раза меньшей гибели животных не отмечено, а количество яда в печени и жире крыс через неделю достигало 200 и 25 нг/кг соответственно, далее отмечено снижение содержания яда [123]. В приведенных результатах исследований хронического действия диоксина обращает внимание инверсия отношений содержания яда в печени и жире: при смертельных дозах его

отношение печень/жир имеет положительную динамику; при несмертельных дозах - отрицательную.

У человека диоксин накапливается в основном в жировой ткани и поджелудочной железе (1-5 нг/кг), печени (0.1-0.2 нг/кг), щитовидной железе, мозге, легких, почках (0.01-0.1 мкг/кг) [119].

Содержание диоксина в жировой ткани человека при высоких уровнях воздействия составляет 20-173 нг/кг, при воздействии небольших доз - на уровне контроля (2-6 нг/кг). Основным местом локализации диоксина в организме человека служат жировая ткань и печень, в которых концентрации диоксина могут достигать 5-10 нг/кг, превышая концентрацию диоксина в плазме крови в 1000 и более раз [123].

В женском молоке концентрации диоксина достигают 5-10 пг/кг. Исследования женского молока из Швеции, Западной Германии и Дании выявили 12 хлорзамещенных диоксинов и дибензофуранов (в основном пента- и гексахлорпроизводных). Проведенные расчеты позволили сделать вывод о том, что ребенок с массой тела 5 кг, потребляющий в сутки 850 мл молока, получает ПХДД/ПХДФ примерно 5 пг/кг/дн в тетраэквивалентах диоксина [98]. Авторы считают эту дозу безопасной.

4.3 Оценка и управление риском

Ни одно из химических веществ не подвергнуто такому количеству исследований в различных местах с одной целью выяснить потенциальную опасность для человека - как диоксин. Хорошо изучены механизм действия и токсичность диоксина, установлены основные его источники и распространение в окружающей среде. Однако расхождение в величинах установленных гигиенических регламентов более чем в 1000 раз отражает неполноту знаний об эффектах воздействия на людей и все еще неполное понимание механизма, по которому действуют диоксин и его аналогии. Правильная характеристика опасности ПХДД и ПХДФ является важнейшим фактором в определении адекватных мер для снижения опасности

диоксиновых поражений.

Концептуально работа по оценке риска поражения людей и управлению им состоит из этапов, посвященных ответам на вопросы, которые применительно к диоксиновой проблеме могут быть представлены следующей схемой:

Оценка риска:

(1) Идентификация опасности. Действительно ли столь вредны диоксин и его структурные аналоги для здоровья человека?

(2) Оценка соотношения "доза - эффект". Насколько опасен диоксин?

(3) Оценка воздействия. Каковы масштабы опасности?

Управление риском:

(1) Характеристика опасности. Где и каким группам населения угрожает диоксиновое поражение?

(2) Административный этап. Если есть опасность, то что необходимо сделать?

(3) Замена технологий. Какова эффективность проведенных мероприятий?

4.3.1. Оценка риска

1) Идентификация опасности. Как однократное, так и продолжительное воздействие диоксина способно вызвать у человека самые разнообразные заболевания. Хотя официально зарегистрированы лишь единичные смертельные исходы от воздействия диоксина, но наблюдения, собранные относительно его аналогов, таких как хлорированные бифенилы, дают основание полагать, что их отсутствие связано с ошибками диагностики. Кроме того, диоксин относится к немногим веществам, обладающим практически всеми вредными отдаленными последствиями: канцерогенным, эмбриолетальным, тератогенным, гонадотоксическим, иммуносупрессорным. Правда, не все они доказаны эпидемиологическими исследованиями относительно людей, а методы экстраполяции весьма приблизительны,

предусматривая завышение эффекта на 1-3 порядка.

Качественное выражение канцерогенности диоксина для человека нашло отражение в решениях Международного агентства по злокачественным заболеваниям (IARC) и Агентства по охране окружающей среды (VSEPA) об отнесении диоксина к канцерогенам группы 2B (возможный канцероген для человека).

2) Оценка соотношения "доза - эффект". У животных как канцерогенные, так и неканцерогенные эффекты ПХДД и ПХДФ доказаны достаточно убедительно. Механизм, который лежит в основе канцерогенного эффекта диоксина и его структурных аналогов, неизвестен. Некоторые ученые, используя технологию математического моделирования, расценивают это вещество как прямой канцероген, инициирующий многоступенчатый (злокачественный) рост клеток. Обычно такая экстраполяция на низких дозах демонстрирует линейную зависимость, поэтому любая экстраполяция выше нуля ассоциируется с некоторой степенью опасности, оцениваемой каждым ученым, а за ним и контролирующими агентствами, по своему усмотрению. В результате, используя различные процедуры для экстраполяции данных, полученных на животных, доза, ассоциирующаяся с минимальной дозой, представляющей риск смерти 1 человека на 1000000, по расчетам разных исследователей отличается не менее чем на 1 порядок.

Большинство ученых все же приходят к мнению о том, что диоксин является лишь промотором канцерогенного процесса, то есть, лишь содействует истинным канцерогенам. Основанием для такого вывода является явное отсутствие генотоксичности диоксина. Математическое моделирование эффектов действия диоксина как промотора привело к получению в качестве минимальной опасной дозы суточного потребления диоксина 0.1 пг/кг. В экспериментах на крысах уровень, при котором возникает канцерогенный эффект диоксина, равен 10 нг/кг/дн. При экстраполяции возникает целый ряд вопросов. Какие виды животных

являются наилучшей моделью для экстраполяции на людей? Будут ли дозы, меньшие 10 нг/кг/дн, представлять опасность для человека? Какой коэффициент запаса (фактор безопасности) следует взять для экстраполяции?

Ученые США подходят к определению безопасной зоны диоксина с позиций признания его в качестве мутагена и инициатора канцерогенеза и потому ими принят фактор безопасности, равный 1000. В результате в США в качестве максимальной безопасной суточной дозы признана величина, равная 1 пг/кг/дн. Европейцы позже подошли к оценке риска диоксиновых поражений. Исследователи в Канаде, Нидерландах, Швейцарии, Германии и России при гигиеническом регламентировании диоксина исходят из представления, что диоксин является промотором канцерогенного эффекта и потому при определении максимальной величины его потребления можно ориентироваться на максимальную недействующую дозу, установленную в опытах на животных, применив фактор безопасности, равный 10.

В связи с изложенным, в Канаде и Европе, в отличие от США, в качестве допустимой суточной дозы потребления ПХДД/ПХДФ в токсических эквивалентах диоксина принята величина 0.1 пг/кг/дн. Всемирной организацией здравоохранения одобрена и рекомендована величина 10 пг/кг/дн. Она не противоречит и неканцерогенным эффектам, также определяющим уровень опасности диоксина. Так, наблюдаемые при его воздействии нарушения репродуктивной функции у крыс, являющиеся наиболее ранними неканцерогенными эффектами вредного действия диоксина, появляются в дозе 1 пг/кг/дн.

Реальные концентрации ПХДД/ПХДФ в объектах окружающей среды и в продуктах питания индустриально развитых стран, включая Россию, часто превышают этот уровень, явно представляя опасность для человека.

В 70-х годах при определении опасности диоксина и его аналогов для окружающей среды внимание контролирующих организаций в основном сосредоточивалось на производствах, синтезирующих хлорфенольные соединения. В 80-х годах к этим источникам приблизились муниципальные и

больничные печи сжигания, целлюлозно-бумажные производства. Многие источники, вероятно, еще не открыты, а те, которые известны, в большинстве случаев не исследованы в связи с трудоемкостью и большой стоимостью исследований. Образцом отставаний в этом чрезвычайно важном процессе является, пожалуй, Россия, которая, относя себя на словах к индустриально высоко развитым странам, многократно провозглашала приоритетность социальных программ, одна из немногих цивилизованных стран до настоящего времени не имеет финансируемой государственной программы диоксиновых исследований. По крайней мере, данные научной литературы демонстрируют, что ПХДД/ПХДФ загрязняют окружающую среду и воздействуют на человека.

3) Определение масштаба опасности. Чтобы дать ответ на вопрос "Является ли опасность диоксинов реальной проблемой?", нужно количественно оценить степень этого явления как экологического фактора. Отсутствие точных доказательств отрицательного эффекта глобального воздействия диоксина и его аналогов на население планеты Земля больше свидетельствует о недостатке эпидемиологических исследований, возможно об их методической ущербности, а не об отсутствии пагубного влияния диоксина на человека и окружающую среду. Даже при отсутствии достаточных данных о влиянии ПХДД/ПХДФ на население, признаки заболеваний, возникающие у животных при воздействии малых доз этих ядов, особенно в свете большого числа источников загрязнения и очевидного повсеместного распространения токсикантов, позволяют считать диоксиновую проблему государственно важной для любого цивилизованного сообщества.

Оценка опасности ПХДД/ПХДФ призвана выработать эффективные меры по защите здоровья населения и окружающей природной среды.

4.3.2. Управление риском диоксиновых поражений

Безусловно, наиболее прогрессивным было бы решение о повсеместном запрещении хлорорганических производств, однако не следует тратить усилия на процедуры, мало реальные для исполнения. Существенный элемент уменьшения воздействия диоксинов и родственных химических веществ на человека - снижение их в окружающей среде. Это подразумевает:

- модификацию производственных процессов, связанных с образованием токсичных диоксинов и дибензофуранов с целью уменьшения опасных выбросов;
- методы обработки отходов;
- борьба с загрязнением ПХДД/ПХДФ.

Для оценки средств управления локальной опасностью необходимо охарактеризовать источник опасности (месторасположение, возможные размеры поражения), уровень выделения (состав, наличие объективных данных), контроль выбросов.

Мероприятия по ликвидации крупномасштабных диоксиновых загрязнений, наиболее характерных для диоксиновой проблемы, в организационном плане наиболее дорогой и чрезвычайно сложный раздел диоксиновой проблемы, требующий участия ученых, знающих проблему, специалистов контролирующих органов, понимающих ее опасность, представителей общественных экологических организаций, способных правильно сформировать общественное мнение, администрации диоксиноопасных предприятий и производств и, пожалуй, самое главное, руководителей местных властных структур.

4.4. Создание матрицы оценки диоксинового загрязнения

4.4.1 Определение основных категорий источников

Первым этапом в разработке стандартизованного реестра источников ПХДД/ПХДФ является выявление основных категорий источников и

основных путей выбросов для каждой категории. Матрица грубой оценки (табл. 4.1) упрощает предварительную оценку хозяйственной деятельности (отрасли промышленности, виды применения продукта, деятельность в быту и др.), в результате которой возможны выбросы ПХДД/ПХДФ в одну среду или в несколько сред (из существующих пяти), как это было определено ранее.

Таблица 4.1 - Матрица оценки - основные категории источников

№	Основные категории и подкатегории источников	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
1	Высокотемпературное сжигание отходов	X				X
2	Производство черных и цветных металлов	X				X
3	Производство электроэнергии и тепловой энергии	X		X		X
4	Производство продукции из минерального сырья	X				X
5	Транспорт	X				
6	Неконтролируемые процессы сжигания	X	X	X		X
7	Производство и применение химических веществ и потребительских товаров	X	X		X	X
8	Разное	X	X	X	X	X
9	Удаление	X	X	X		X
10	Выявление потенциальных "горячих точек"	Только регистрация с последующей оценкой с учетом специфики				

Эти основные категории источников ПХДД/ПХДФ достаточно широки для того, чтобы охватить множество отраслей, процессов и/или видов деятельности, которые, как установлено, могут привести к выбросам ПХДД/ПХДФ. Десять основных категорий источников выделены таким образом, чтобы каждая из них имела сходные характеристики и легко поддавалась обработке. Обозначения "X" указывают на основные пути выбросов для каждой категории.

Далее, внутри каждой основной категории источника выявляются процессы, или подкатегории. Для обеспечения сравнимости данных каждая из десяти основных категорий источников подразделена на ряд подкатегорий.

По каждой из перечисленных подкатегорий следует, путем проведения исследования, установить наличие или отсутствие соответствующего вида деятельности в стране или регионе. Наиболее ценными на данном этапе являются легко получаемые данные (например, сжигаемые отходы в тоннах за год). Наиболее подходящей может оказаться централизованная статистическая информация. Та подкатегория, по которой, как достоверно известно, данные отсутствуют, может далее не изучаться.

При наличии базовых данных о хозяйственной деятельности можно провести предварительную оценку потенциальных эмиссий. Даже неполная информация может быть полезной, так как она позволит развивать в нужном направлении дальнейшие количественные исследования. Приведены подкатегории для каждой из основных категорий источников, а также пути поступления для каждой из перечисленных подкатегорий или каждого из процессов.

Приведены только те подкатегории, которые характерны для региона, учитывая специфику промышленного производства.

Выработка электроэнергии и тепловой энергии в настоящей работе ограничивается рассмотрением процессов сжигания ископаемого топлива и других горючих материалов. Не рассматриваются иные источники энергии: топливные батареи, солнечная и ветровая энергия, гидроэлектро- и атомные станции, так как выбросов диоксинов/фуранов, связанных с ними, не выявлено. В таблице 4.2 перечислены соответствующие подкатегории.

На крупных, хорошо контролируемых электростанциях, работающих на ископаемом топливе, образование ПХДД/ПХДФ незначительно, поскольку полнота сгорания, как правило, достаточно высока, а используемое топливо однородно. Однако, большое по массе поступление

все же возможно, так как объемы дымовых газов, содержащих небольшие концентрации ПХДД/ПХДФ, очень велики. Там, где работают менее крупные заводы, или используется биотопливо, топливо может быть менее однородным и сжигаться при более низких температурах или с пониженной эффективностью сгорания. Такие условия могут привести к увеличению образования ПХДД/ПХДФ. То же самое может произойти при использовании в качестве топлива биогазов или газов из отходов органического происхождения из-за присутствия в них нежелательных и неопределенных дополнительных компонентов.

Таблица 4.2 - Подкатегории матрицы производства электроэнергии и тепловой энергии

Основные категории и подкатегории	Потенциальные пути выбросов				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Производство электроэнергии и тепловой энергии	X				X
Электростанции на ископаемом топливе	X				X
Электростанции на биотопливе	X				X
Сжигание газов из отходов органического происхождения и биогазов	X				X
Отопление домов и приготовление пищи (биотопливо)	X				X
Отопление в быту (ископаемое топливо)	X				X

В случаях отопления домов или (и) в быту качество используемого топлива часто низкое, а полнота сгорания очень мала, что приводит к увеличению образования ПХДД/ПХДФ. Основные потоки их идут в воздух (эмиссии с дымовыми газами) и в остаток, в основном, в зольную пыль.

Высокотемпературные процессы применяют для плавления (стекла,

асфальта), обжига (кирпича, керамики) или термически вызванного химического превращения (известь, цемент). В этих случаях сжигание топлива приводит к образованию ПХДД/ПХДФ в качестве нежелательных побочных продуктов. Кроме того, образование ПХДД/ПХДФ может быть связано с используемым в процессе сырьем. Производство в цементных печах и печах для обжига извести - крупномасштабные технологические процессы, в которых часто к топливу в качестве дешевого (практически бесплатного) горючего добавляют отходы. В случаях, когда действует эффективный контроль, использование отходов, например, шин, отработанных масел, илов и др. не представляет проблемы - обнаруженные эмиссии были незначительны. В таблице 4.3 представлены в обобщенном виде процессы производства продукции из минерального сырья, при которых могут образоваться ПХДД/ПХДФ.

Таблица 4.3 - Под категории матрицы производство минерального сырья

Основные категории и подкатегории	Потенциальные пути выбросов				
	Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
Производство продукции из минерального сырья	X				X
Производство цемента	x				x
Производство извести	x				x
Производство кирпича	x				x
Производство стекла	x				x
Производство керамики	x				x
Приготовление асфальтовых смесей	x			x	x

Транспортировка практически всегда тесно связана со сжиганием бензина (этилированного и неэтилированного), керосина, смесей для двухтактных двигателей (обычно смеси моторного масла и бензина в соотношении 1:25-1:50), дизельного топлива (также называемого легким

дистиллятным топливом) и мазута. Эти подкатегории показаны в таблице 4.4. Более высокие эмиссии при сжигании этилированного бензина связаны с присутствием в нем в качестве добавок галогенированных противонагарных присадок. Увеличение выбросов ПХДД/ПХДФ, возможно, связано с плохим техническим обслуживанием транспортных средств, низким качеством топлива и пониженной полнотой его сгорания.

В большинстве случаев эмиссии двигателей внутреннего сгорания поступают в воздух. Лишь в некоторых случаях, при сжигании дизельного или тяжелого топлива (мазута), в двигателях с низкой полнотой сгорания, образуются сажа и углеродистый остаток, содержащие повышенные концентрации ПХДД/ПХДФ.

Таблица 4.4 - Подкатегории матрицы реестра

№	Основные категории и подкатегории	Потенциальные пути выбросов				
		Воздух	Вода	Почва	Продукт	Остаток
	Транспорт	X				
a	Четырехтактные двигатели	X				
b	Двухтактные двигатели	X				
c	Дизельные двигатели	X				(x)
d	Двигатели на тяжелом топливе (мазуте и др.)	X				(x)

4.4.2 Сбор информации

Следующий этап - сбор подробной информации о процессах. Масштабы процесса (например, тонны сожженных отходов, тонны произведенной меди) и информация о процессе будут полезны для проведения оценки. В пределах одной подкатегории, при производстве одного и того же продукта, эмиссии ПХДД/ПХДФ могут значительно колебаться в зависимости от технологии, характера процесса и др., а во многих случаях возможна лишь приблизительная оценка. Выбранные методы оценки будут различаться; они должны учитывать местные условия и

имеющиеся средства. Ключевые параметры, используемые для разграничения процессов с высокими эмиссиями и процессов с низкими эмиссиями.

Как правило, вначале собирают основные данные о масштабах производства для каждой категории и сведения о базовой структуре рассматриваемой подкатегории. Хорошими исходными данными и хорошими источниками информации являются:

- Национальные статистические данные о промышленности, труде и налогах;
- Региональные сводки о хозяйственной деятельности, включая данные национального производства и импорта/экспорта;
- Операционные учетные записи и разрешающие регистрационные документы промышленных предприятий;
- Данные отраслевых ассоциаций;
- Данные о производстве и отрасли в историческом аспекте.

Подкатегории, включающие, в основном, крупные предприятия, могут характеризоваться конкретным месторасположением источников выбросов. Подкатегории, состоящие из рассеянных источников, следует характеризовать, проводя сбор и обобщение имеющихся централизованных данных. Если об определенном виде хозяйственной деятельности данных нет, диапазон значений возможных эмиссий следует рассчитывать, применяя минимальное и максимальное значение факторов эмиссии.

Наиболее важная информация, необходимая для классификации процессов и подкатегорий, включена в примеры вопросников, цель которых облегчить выбор подходящих факторов эмиссии.

Должны быть охарактеризованы все источники. Если используется анкетирование отдельных предприятий, может потребоваться кропотливая последующая работа с тем, чтобы обеспечить максимальное возвращение заполненных вопросников. Неполный сбор данных повлияет на все последующие результаты и снизит общее качество реестра. На этапе сбора

данных рекомендуется проведение независимого контроля качества и процедур, обеспечивающих качество данных. В идеальном случае будет создана полная и очень подробная база данных, содержащая информацию обо всех видах деятельности, потенциально связанных с выбросами ПХДД/ПХДФ, по конкретным местам расположения каждого источника

Исходя из собранных, к настоящему времени данных об источниках диоксина и его аналогов, ясно, что основным депо их локализации в окружающей среде являются почва, открытые водоемы и атмосферный воздух.

По поводу накопления диоксинов растениями в опубликованных исследованиях имеется несколько явных противоречий. Они заключаются в различных данных об уровне абсорбции ПХДД и ПХДФ различными частями растений, а также в утверждениях о зависимости и независимости уровня накопления токсикантов в листьях от их содержания в почве.

Механизм, который лежит в основе канцерогенного эффекта диоксина и его структурных аналогов, неизвестен. Качественное выражение канцерогенности диоксина для человека нашло отражение в решениях Международного агентства по злокачественным заболеваниям (IARC) и Агентства по охране окружающей среды (VSEPA) об отнесении диоксина к канцерогенам группы 2B (возможный канцероген для человека). Правильная характеристика опасности ПХДД и ПХДФ является важнейшим фактором в определении адекватных мер для снижения опасности диоксиновых поражений. Однако, расхождение в величинах установленных гигиенических регламентов более чем в 1000 раз отражает неполноту знаний об эффектах воздействия на людей и все еще неполное понимание механизма, по которому действуют диоксин и его аналогии.

Отсутствие точных доказательств отрицательного эффекта глобального воздействия диоксина и его аналогов на население планеты Земля больше свидетельствует о недостатке эпидемиологических исследований, возможно об их методической ущербности, а не об отсутствии пагубного влияния

диоксина на человека и окружающую среду. Даже при отсутствии достаточных данных о влиянии ПХДД/ПХДФ на население, признаки заболеваний, возникающие у животных при воздействии малых доз этих ядов, особенно в свете большого числа источников загрязнения и очевидного повсеместного распространения токсикантов, позволяют считать диоксиновую проблему государственно важной для любого цивилизованного сообщества.

Мероприятия по ликвидации крупномасштабных диоксиновых загрязнений, наиболее характерных для диоксиновой проблемы, в организационном плане наиболее дорогой и чрезвычайно сложный раздел диоксиновой проблемы, требующий участия ученых, знающих проблему, специалистов контролирующих органов, понимающих ее опасность, представителей общественных экологических организаций, способных правильно сформировать общественное мнение, администрации диоксиноопасных предприятий и производств и, пожалуй, самое главное, руководителей местных властных структур.

ВЫВОДЫ

1. Применительно к диоксиновой проблеме работа по оценке риска поражения людей и управлению может быть разделена на следующие этапы:

- идентификация опасности;
- оценка соотношения "доза - эффект";
- оценка воздействия;
- характеристика опасности;
- административный этап;
- замена технологий.

2. Абсорбция диоксина в почве в большинстве случаев необратима. Малая подвижность диоксинов, обусловлена очень низкой растворимостью в воде и высоким сродством с почвой, богатой органическими веществами. Попавшие в почву ПХДД/ПХДФ постепенно подвергаются микробному

разложению, в связи с чем скорость его деструкции в почве, прежде всего, зависит от климатических условий зараженной местности и стимулирования размножения микроорганизмов. Для почв с низкой влажностью и невысокой среднесуточной температурой период полураспада ПХДД/ПХДФ составляет примерно 330 суток, при высокой влажности и сравнительно высокой температуре - менее 190 суток; при средних условиях - порядка 225-275 суток.

3. Сочетание химической и биологической стабильности веществ типа диоксина с высокой липофильностью приводит к широкому их распространению в объектах окружающей среды. Вследствие низкой летучести, высокой сорбционной способности и низкой растворимости в воде, транспорт этих веществ в окружающей среде осуществляется, главным образом, посредством твердых частиц, сорбирующих яды на своей поверхности (атмосферная пыль, почва, донные отложения, суспензирование в воде и пр.).

4. Концентрация ПХДД/ПХДФ в тканях рыб и ракообразных коррелирует с содержанием диоксинов, накапливающихся в донных осадках и планктоне. Причем, концентрация диоксина в тканях рыбы может превышать 20 нг/кг, достигая в отдельных случаях микрограммовых количеств, что часто составляет существенную долю диоксина, поступающего в организм человека с продуктами питания.

ГЛАВА V.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОНИТОРИНГА, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИХ ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ДИОКСИНАМИ ТЕРРИТОРИЙ, А ТАКЖЕ АЛГОРИТМ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРИКЛАДНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

5.1. Характеристика системы мониторинга состояния окружающей природной среды в Республике Дагестан

Город Махачкала расположен в юго-восточной части Северного Кавказа, на Западном побережье Каспийского моря, у подножья горы Тарки-Тау. Махачкала находится в центре приморской низменности, протянувшейся узкой полосой между предгорьями и Каспийским морем, которая в далеком прошлом называлась «дагестанским коридором». Климат данной территории можно охарактеризовать как умеренно-континентальный. Среднегодовая температура составляет 11,8°C. Лето жаркое сухое, средняя температура летних месяцев свыше +20 градусов, дневная максимальная температура до +36-38 градусов. Зима довольно мягкая влажная. Средняя температура от +1 до -3 градусов, а ночью опускается ниже нуля. Осадков выпадает 410-450 мм в год, относительная влажность за год около 70% (зимой до 80%), а в июле и августе около 50%. В летние месяцы бывает максимальное число ясных дней. Ветры преобладают юго-восточные и северо-западные, причем эта характерно для всех сезонов исследуемого периода.

- среднегодовая скорость ветра -4,3 м/сек
- среднегодовая влажность воздуха -76%

Перенос веществ на большие расстояния из мест наиболее интенсивной промышленной нагрузки в относительно менее нагруженные, происходит с воздушными потоками. Существует три механизма, приводящих к уменьшению концентрации загрязняющих веществ в атмосфере:

- Рассеивание выбросов в атмосфере (путем турбулентного и конвективного перемешивания), при этом, турбулентное перемешивание доминирует уже при весьма слабом ветре;

- Трансформация в результате химических процессов;

- Потеря подвижности загрязняющих веществ в результате адсорбции или поглощения.

К неблагоприятным метеорологическим условиям для образования выбросов в приземном слое атмосферы относят приземные инверсии и туманы. В соответствии с ними комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников загрязнения разных типов будут характеризоваться (таблица 5.1):

Таблица 5.1 - Комплексы неблагоприятных метеорологических условий для источников разных типов

Источники	Термическая стратификация нижнего слоя атмосферы	Скорость ветра, м/с		Вид инверсии, высота над источником выброса, м
		На уровне флюгера	На уровне выброса	
Высокие с горячими выбросами	Неустойчивая	3-7	7-12	Приподнятая, 100-200
Высокие с холодными выбросами	Неустойчивая	Штиль	3-5	Приподнятая 10-200
Низкие	Устойчивая	Штиль	штиль	Приземная 2050

Атмосферный воздух – один из важнейших факторов среды обитания, оказывающий постоянное, повседневное влияние на человека, с которым связана наибольшая часть канцерогенных и не канцерогенных рисков для здоровья.

Здоровье человека определяется сложным взаимодействием целого ряда факторов, таких как образ и качество жизни, наследственность, состояние здравоохранения, качество среды обитания, которое, в свою

очередь, характеризуется состоянием атмосферного воздуха, питьевой воды, продуктов питания, почвы и ряда других компонентов. Наиболее значимым фактором окружающей среды является атмосферный воздух. Опасность загрязненного воздуха обусловлена наличием разнообразных загрязняющих веществ, приводящих к комбинированному их действию, возможностью массированного воздействия, непосредственным проникновением загрязнителей воздуха во внутреннюю среду организма, трудностью защиты от загрязненного воздуха, который действует на все группы населения круглосуточно.

Высокая антропогенная нагрузка на атмосферный воздух является причиной загрязнения почв населённых мест, земель сельскохозяйственного использования, что впоследствии приводит к контаминации пищевых продуктов вредными веществами. В связи с этим, санитарно-эпидемиологический надзор за качеством атмосферного воздуха является одним из основных приоритетов.

Одной из причин негативного влияния на здоровье населения является качество атмосферного воздуха.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха продолжают оставаться промышленные объекты и транспорт. Сохраняется тенденция роста загрязнения атмосферного воздуха вблизи автомагистралей и на улицах городов с интенсивным движением транспорта.

Поступление ПХДД/ПХДФ в атмосферу происходит как из стационарных источников, которые, в основном, связаны с промышленной деятельностью, такой как производство и переработка, так и из диффузных, или рассеянных источников, которые, в основном, относятся к использованию и применению продуктов, содержащих ПХДД/ПХДФ. Поступающие из какого-либо из этих двух категорий источников ПХДД/ПХДФ могут переноситься на большие расстояния, так что ПХДД/ПХДФ можно обнаружить в местах, удаленных от источника выброса.

Примерами процессов, в ходе которых происходит выброс в воздух

отходящих газов, содержащих ПХДД/ПХДФ, являются следующие:

- Процессы сжигания;
- Обработка металла, например, агломерация, плавление и др.;
- Сушка и обжиг, коптильни и др.;
- Прочие промышленные термические процессы, например, пиролиз, рециркуляция шлака, крекинг и др.

Возможное образование ПХДД/ПХДФ и их выбросы в воздух связаны с четырьмя условиями, присутствующими, как по отдельности, так и в комбинации друг с другом:

- Высокотемпературные (свыше 200°C) процессы и/или неполное сгорание;
- Органический углерод;
- Хлор;
- Продукты, содержащие ПХДД/ПХДФ.

Степень загрязнения приземного слоя атмосферы определялась на трех городских стационарных постах в Комплексной лаборатории Дагестанского центра по гидрометеорологии и мониторингу среды и в Центре коллективного пользования ДГУ- «Аналитическая спектроскопия» в разных районах города с различной интенсивностью загрязнения. Полная программа наблюдений за загрязнением атмосферы должна включать 4 отбора проб за сутки, но в связи с криминогенной обстановкой отбор проб и данных с приборов наблюдения производится 3 раза в сутки: 7 часов утра, 13 часов дня и 19 часов вечера. Определяется шесть примесей: взвешенные вещества, фтористый водород, твердые фториды, оксиды азота, диоксид серы, оксид углерода, свинец.

Пост 1 расположен на оживленной центральной улице города – ул. М. Ярагского. Наблюдения здесь проводятся в соответствии с установленным планом. По сокращенной программе. Кроме шести основных примесей производится отбор проб по таким компонентам, как сульфаты и серная кислота.

Пост 4 так же, как и пост 1 находится вблизи автомагистрали в центральной части города на пр. Шамиля. Особенностью проводимых здесь измерений является то, что в 19 часов здесь осуществляется отбор проб только по пыли и оксиду углерода.

Пост 3 располагается на ул. Маячная. От остальных его отличает местоположение - он расположен на возвышенности, вдали от оживленных автотрасс, и отражает фоновую концентрацию примесей в атмосфере. Фоновая концентрация вредного вещества является характеристикой загрязнения атмосферы, создаваемого всеми источниками выбросов на рассматриваемой территории. Наблюдения за концентрациями выбросов производятся по плану - по всем шести компонентам, а в 19 часов только по пыли (рисунок 5.1).

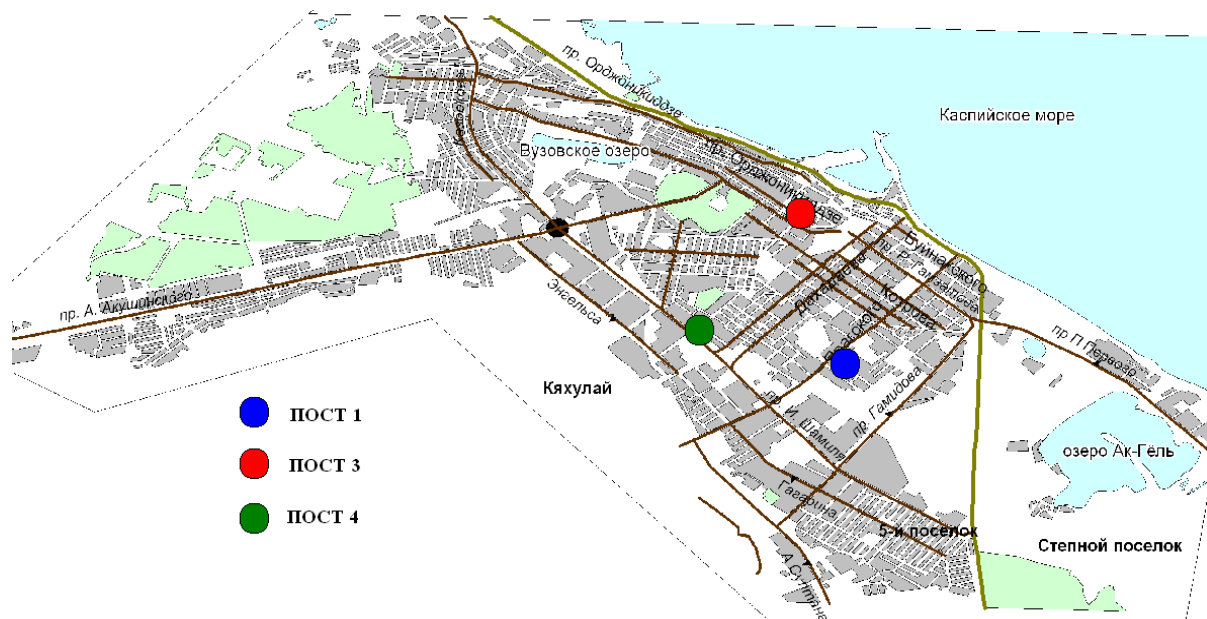


Рисунок 5.1 - Расположение стационарных постов контроля загрязнения атмосферного воздуха в г. Махачкала

В настоящее время отбор проб воздуха регламентирован несколькими нормативными документами. Для селитебных территорий это - ГОСТ 17.2.3.01-86 «Охрана природы...», где установлены три категории постов наблюдений (стационарный, маршрутный, передвижной), размещение и количество постов наблюдений, четыре вида программ наблюдений на

стационарных постах (полная, неполная, сокращенная, суточная) и продолжительность отбора при определении разовых концентраций (20-30 мин) и при определении среднесуточных концентраций.

Для интегральной оценки степени загрязненности атмосферы, чтобы учесть значительные изменения концентрации различных веществ по территории города используются, рассчитываемый гидрометслужбой, комплексный интегральный показатель загрязнения атмосферы (ИЗА) в соответствии с рекомендованной методикой, (РД 52,04 186-89). ИЗА вычисляется как сумма средних концентраций в единицах ПДК с учетом класса опасности, соответствующего вредности вещества.

Для оценки загрязнения воздуха используются фактические максимально - разовые и среднесуточные показатели концентрации за возможно большее число лет (не менее чем за два года). Результаты обрабатываются и представляются для каждого поста, загрязнителя (вещества) и года наблюдений отдельно. По каждому загрязнителю должно быть не менее 200 наблюдений (проб).

Также используют ГОСТ 17.2.6.01-86 «Охрана природы...». Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы осуществляются на постах.

Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу производится путем установления значений предельно-допустимых выбросов (ПДВ) этих веществ для всех источников выбросов. ПДВ - это масса выбросов вредных веществ в единицу времени от данного источника или совокупности источников загрязнения атмосферы производственного объекта (промплощадки, предприятия, населенного пункта, города и т.д.) с учетом перспективы развития всех предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере, создающая приземные концентрации, не превышающие их предел, но допустимые концентрации (ПДК) для населения, растительного и животного мира, если нет других более жестких экологических требований или ограничений.

Ежегодно в республике Дагестан наблюдается увеличение количества

транспортных средств. Опасность автотранспорта для здоровья населения усугубляется тем, что в отличие от стационарных источников его выбросы производятся непосредственно в зоне дыхания человека и создает в ней высокие концентрации загрязняющих веществ. Наибольшую опасность представляют выхлопные газы от использования нестандартного бензина, перенасыщенного свинцово-алкиловыми добавками.

Выбросы по Республике Дагестан загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта составили 170 тыс. тонн, из которых более 107 тыс. тонн - окись углерода.

Доля автотранспорта в загрязняющих выбросах по республике занимает 83,2%.

В 2013 году в республике зарегистрированы выбросы от 441 объекта, производивших выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников. Для 288 предприятий республики установлены нормативы ПДВ. Выбросы от стационарных источников уменьшились на 13% по сравнению с предыдущим (2012) годом, в связи с сокращением числа работающих кирпичных заводов, переходом ряда предприятий республики на более экологичные виды топлива (в частности 80% асфальто-бетонных заводов) и усилением контроля за соблюдением мероприятий, направленных на уменьшение выбросов.

Всего по источникам выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в 2013 году поступило (таблица 5.2).

Таблица 5.2 - Виды экономической деятельности в 2013 году

Кол-во объектов, имеющих выбросы загрязняющих веществ	Кол-во источников выбросов загрязняющих веществ	Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, тыс. тонн	Уменьшение (-), увеличение (+) выбросов по сравнению с предыдущим годом (тыс. т.)	Выброс в атмосферу загрязняющих веществ в % к предыдущему году
441	4152	15,962	-2,442	86,7

Данные об изменении суммарных выбросов от стационарных источников за последние 5 лет (2009-2013) представлены в таблице 5.3. По отношению к 2009 г. выбросы уменьшились на 5,92 тыс. тонн (25%) .

Таблица 5.3 - Суммарные выбросы от стационарных источников по РД за 2009-2013 гг.

	2009	2010	2011	2012	2013
Выбросы, тыс. тонн	21,89	17,73	16,95	18,4	15,962

К территориям «риска» с высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха по-прежнему относятся города Махачкала, Хасавюрт и Кизилюрт, при этом уровень загрязнения атмосферного воздуха по взвешенным веществам в г. Хасавюрте превышает средний показатель по Республике Дагестан в течение ряда лет.

Решению задач уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферный воздух препятствует: низкое качество транспортной инфраструктуры (дорог, мостов, развязок), их низкая пропускная способность, не соответствующая быстрым темпам роста автотранспортного парка, невозможность быстрого перехода автопарка на автомобили класса Евро-3, Евро-4, недостаточное строительство наземных и подземных путепроводов, значительный износ или отсутствие, или недостаточно эффективное пылегазоочистное оборудование, нарушение технологических процессов, экономия электроэнергии на работе очистного оборудования и др.

Поверхностные водные ресурсы Республики Дагестан отличаются большим разнообразием и исключительной неравномерностью распределения по территории. Годовой объем речного стока в отдельные годы достигает 21 км³ в год. Наиболее крупными речными системами региона являются Терек, Сулак, Самур. По данным ФГУ «Дагводресурсы» на территории Дагестана, площадью 50,3 тыс. км², протекают 4374 реки и речки различной протяженности и только 256 из них или 6% имеют длину от 10 км и выше, остальные 94% длиной менее 10 км, общей протяженности 25973 км. Реки Дагестана относятся к бассейну Каспийского моря.

Вода бассейнов рек и водохранилищ республики по своему гидрохимическому составу, в основном, относится к сульфатному или гидрокарбонатному классу, группе кальция.

Вследствие активного хозяйственного воздействия на водные ресурсы Республики Дагестан во многих бассейнах рек на сегодня сложилась неудовлетворительная экологическая обстановка, особенно в части, касающейся качества поверхностных водных ресурсов: вода многих рек и водоемов загрязнена химическими веществами, солями тяжелых металлов, биогенными веществами, пестицидами, органическими соединениями. Наибольшую хозяйственную нагрузку испытывают на себе такие крупные речные системы как Терек, Сулак, Самур.

Поступление ПХДД/ПХДФ в воду может происходить при сбросе сточных вод, стоке с загрязненных участков или при использовании диоксин-содержащих химических веществ/продуктов, например, при непосредственном применении пестицидов, захоронении отходов и др. ПХДД/ПХДФ могут присутствовать в стоках, если ПХДД/ПХДФ образовались при промышленном производственном процессе, поступили в процесс с сырьем или были выщелочены из вторичного источника-хранилища. Примерами являются:

- Сброс сточных вод предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, где используется элементарный хлор;
- Сброс сточных вод предприятий химической промышленности, где присутствует элементарный хлор;
- Сброс сточных вод предприятий, применяющих загрязненные диоксинами защитные пропитки, покрытия или красители для текстиля, кожи, древесины и др;
- Прочие сбросы сточных вод, по крайней мере, в одну из четырех сред, образующиеся в результате процессов, которые как установлено, связаны с ПХДД/ПХДФ;
- Сброс сточных вод в результате обычной деятельности в быту

(стиральные машины, посудомоечные машины и др.).

Поступление сточных вод в результате процессов выщелачивания в поверхностные и/или подземные воды может быть преднамеренным или случайным. Выщелачивание происходит, когда дождевая вода свободно проходит через недостаточно хорошо контролируемые хранилища продуктов, остатков и/или отходов, содержащих ПХДД/ПХДФ. Рост подвижности этих соединений может произойти, если в этом же месте находятся удаленные органические растворители. Примерами могут служить:

- Территории, загрязненные ПХДД/ПХДФ, такие как места производства или применения хлорфенольных гербицидов;
- Места расположения предприятий лесной и деревообрабатывающей промышленности;
- Свалки старых автомобилей, особенно если присутствуют отработанные масла.

Таким образом, критерии, используемые для выявления потенциальных выбросов ПХДД/ПХДФ в воду, включают:

1. Сброс сточных вод при процессах, в которых присутствует хлор и/или загрязненные ПХДД/ПХДФ продукты, а также сжигание и прочие термические процессы с использованием мокрых скрубберов для очистки дымовых газов;
2. Применение пестицидов, загрязненных ПХДД/ПХДФ (особенно пентахлорфенола и 2,4,5-Т), и других химических веществ (особенно полихлорированных бифенилов);
3. Выщелачивание из мест хранения и/или удаления материалов, загрязненных ПХДД/ПХДФ.

Рассмотрение проблем мониторинга состояния поверхностных вод необходимо проводить исходя из бассейнового принципа организации наблюдений, поскольку количественные и качественные характеристики вод определяются их поступлением со всей водосборной площади.

Почвы Дагестана характеризуются большим разнообразием, обусловленной различной высотой местности, сильной расчлененностью рельефа, климатическими условиями и характером растительности. Некоторое влияние на формирование почв имеет и деятельность человека, выражающаяся в создании искусственных террасных почв, применении орошения, удобрений и прочих мероприятий.

Источники, из которых ПХДД/ПХДФ поступают в почву, могут быть подразделены на два класса: непосредственное "нанесение" на почву загрязненного ПХДД/ПХДФ продукта, и отложение ПХДД/ПХДФ в почве в результате процессов, идущих в окружающей среде. Во всех случаях почва служит для ПХДД/ПХДФ "сточным колодцем", откуда они через растения и/или животных могут попасть в пищевую цепь.

Примерами могут служить:

- Продукт, загрязненный ПХДЦ/ПХДФ, или использование отходов, например, пестициды, пропиточные составы для древесины;
- Применение канализационного ила на сельскохозяйственных землях;
- Прямое удаление отходов, содержащих ПХДЦ/ПХДФ складированием на земле.

Основной задачей мониторинга загрязнения почв, с точки зрения предотвращения чрезвычайных экологических ситуаций, является оценка возможного загрязнения производимого на них фуража и пищевых продуктов (в первую очередь тяжелыми металлами и пестицидами), потребляемых населением, а также оценка вклада смыва загрязняющих веществ с водосборной площади в водоемы. Вклад в загрязнение атмосферного воздуха вторичного ветрового подъема поступивших на подстилающую поверхность веществ незначителен.

Учитывая это, программа мониторинга загрязнения почв ориентирована, в первую очередь, на слежение за долговременными трендами, характеризующими накопление в ней загрязняющих веществ. Эта

информация для урбанизированных территорий в определенной мере служит вспомогательной, характеризующей суммарные уровни поступления загрязняющих веществ в результате антропогенной деятельности.

Основными причинами загрязнения почвы на территории жилой застройки продолжают оставаться: отсутствие систем очистки населенных мест или их несовершенство; увеличение количества твердых бытовых отходов; изношенность и дефицит специализированных транспортных средств и контейнеров для сбора бытовых и пищевых отходов; отсутствие условий для мойки и дезинфекции мусоросборных контейнеров; отсутствие централизованной системы канализации в ряде населенных мест; неудовлетворительное состояние канализационных сетей; отсутствие селективного сбора отходов от населения; возникновение несанкционированных свалок.

В 2013 г. контроль состояния почвы осуществлялся на 104 мониторинговых точках Республики Дагестан на содержание:

- 15 химических веществ: бенз(а)пирен, кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, нитраты, аммиак, хром, хлориды, pH, санитарное число Хлебникова;
- микробиологических организмов: индекс БГКП, индекс энтерококков, лактозоположительные кишечные палочки;
- паразитологических показателей: яйца и личинки гельминтов;
- показателей радиологической безопасности (цезий, стронций).

В 2013 г. состояние почв населенных мест в целом по Республике Дагестан, в т.ч. в селитебных зонах, характеризовалось общим ростом доли проб с превышениями гигиенических нормативов по микробиологическим показателям.

В городах республики материально-техническая база спецавтохозяйств остается неудовлетворительной. Обеспеченность контейнерами составляет в среднем 60%, из них 40% нуждается в ремонте и 20% - в замене. Крайне, недостаточно контейнерных площадок, а имеющиеся контейнерные

площадки нетиповые, не благоустроены. Организация раздельного сбора и удаления пищевых отходов в городах не проводится.

Неудовлетворительно решаются вопросы сбора и вывоза твердых бытовых отходов в частном секторе, что приводит к образованию многочисленных несанкционированных свалок.

Основная масса твердых бытовых отходов вывозится на полигоны, которые организованы и содержатся без учета требований СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов». Проекты полигонов и технические регламенты их эксплуатации не разработаны.

В гг. Избербаш, Ю.Сухокумск, Даг.Огни, Буйнакск, Дербент отсутствуют специально отведенные, узаконенные полигоны для сбора и утилизации ТБО. Отходы, как правило, сжигаются, что приводит к загрязнению окружающей среды стойкими органическими загрязнителями, в том числе диоксидами. В настоящее время в г. Махачкала завершено строительство мусоросортировочной станции, предназначенной для извлечения вторичных ресурсов из бытовых отходов, прессования и упаковки их, однако это не решает проблемы утилизации ТБО в столице, так как полигон ТБО г. Махачкала организован и функционирует с грубейшими нарушениями требований СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов».

5.2. Экологическая безопасность Прикаспийского региона и меры по ее обеспечению

По степени антропогенной нагрузки на природные системы Прикаспийский регион Российской Федерации, включающий Республику Дагестан, Республику Калмыкию, Астраханскую область и примыкающие к российскому побережью акватории Северного и Среднего Каспия, относятся к территориям с существенно нарушенными экосистемами.

Вместе с тем, именно здесь расположены ценнейшие особо охраняемые

природные территории и акватории, в том числе заповедная зона Российской Федерации в северной части Каспийского моря, необходимые для поддержания видового разнообразия и сохранения биоресурсов Каспия.

Проблемы окружающей среды Прикаспийского региона связаны как со степенью антропогенных деформаций местных экосистем, так и с влиянием негативных воздействий, источники которых расположены за его пределами. Ареалы наиболее острых экологических ситуаций в регионе включают: дельту Волги, Северный Прикаспий, Калмыкию, прибрежную зону Дагестана.

Экологическая ситуация в Прикаспийском регионе остается нестабильной вследствие ряда неблагоприятных факторов, основными из которых являются:

- последствия подъема уровня Каспийского моря 1978-1995 гг., продолжающееся подтопление городских и сельскохозяйственных земель, смыв загрязняющих веществ с побережья при ветровых нагонах;
- загрязнение морской среды сточными водами предприятий и населенных пунктов, расположенных на побережье, а также поступление загрязняющих веществ с речным стоком;
- загрязнение вод Каспия нефтепродуктами, вызванное их аварийными сбросами в реку Терек на территории Чеченской Республики;
- неудовлетворительное состояние источников водоснабжения и качества питьевой воды;
- отсутствие необходимых мощностей муниципальных очистных сооружений и современной базы по утилизации, обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов;
- деградация земельных угодий, дефляция почв и опустынивание;
- существенное снижение особо ценных коммерческих биоресурсов Каспия и нарастание угроз существующему биологическому и ландшафтному разнообразию, в том числе критическое положение с осетровыми рыбами;

- браконьерский лов осетровых видов рыб в реках и в открытом море; - высокая сейсмичность и существенный геодинамический риск;

- значительные риски возникновения аварийного загрязнения при судоходстве, на нефтепроводах и при освоении морских месторождений углеводородов.

Кроме того, снижение эффективности национальных природоохранных мероприятий в регионе вызвано недостаточной межгосударственной координацией и недостаточным уровнем взаимодействия прикаспийских стран по решению проблем окружающей среды региона.

Отсутствие современной системы комплексного управления окружающей средой, в том числе отсутствие экологического мониторинга и недостаток сети пунктов по наблюдению за уровнем Каспийского моря, не позволяют снизить риск экологической опасности в регионе.

Межведомственная комиссия Совета Безопасности по экологической безопасности в 1997 г. рассматривала вопрос об обеспечении экологической безопасности Прикаспийского региона и направляла свои рекомендации в Правительство Российской Федерации. Однако принятые на государственном уровне решения и региональные программы по обеспечению стабилизации экологической ситуации, особенно в части финансирования намеченных мероприятий, как федеральными органами исполнительной власти, так и органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, выполняются неудовлетворительно. В результате в регионе усилилась социальная напряженность, ухудшилась санитарно-эпидемическая обстановка и здоровье населения, возросла угроза сохранению биологических ресурсов Прикаспийского региона.

Реальные успехи в защите природной среды Каспийского моря и переход к устойчивому развитию региона могут быть достигнуты только при условии эффективного сотрудничества всех прикаспийских государств. Однако многие из них проводят последовательный курс на развитие нефтедобычи на акватории и в береговой зоне Каспийского моря без учета

вопросов обеспечения экологической безопасности, что может привести к катастрофическим и необратимым последствиям в природной среде этого региона.

В настоящее время фактически отсутствует международно-правовая база межгосударственного природоохранного сотрудничества на Каспийском море. Ни один из предложенных Российской Федерацией или партнерами из прикаспийских стран проектов соглашений по природоохранной и природоресурсной проблематике не был подписан.

5.3. Применение методов мониторинга экологической безопасности в медико-экологических исследованиях

Прошедший век был веком интенсивной химизации многих отраслей народного хозяйства. При этом создание новых химических соединений, препаратов и внедрение соответствующих технологий использования носило опережающий характер по отношению к изучению влияния последствий применения этих химических соединений на объекты окружающей среды и здоровье человека.

Областями использования этих препаратов и веществ являются:

- сельскохозяйственное производство (промышленное и индивидуальное растениеводство и животноводство);
- лесное хозяйство (защита и воспроизводство лесного фонда);
- борьба с нежелательной растительностью на землях несельскохозяйственного назначения, водных объектах и технических коммуникациях;
- борьба с гнусом в местах постоянной и вахтовой работы (таежные, северные территории), с вредоносными представителями флоры и фауны по отдельным отраслям промышленности;
- санитарные обработки в коммунально-бытовой сфере; озеленение урбанизированных территорий.

Принято считать, что за прошедшее столетие сменились три поколения

пестицидов. Первое начало распространяться одновременно с первой мировой войной и химические соединения, составляющие основу этих препаратов, являлись сильнейшими токсикантами для всего живого, например, соединения мышьяка и ртути. Возникновение второго поколения пестицидов также косвенно было связано с войной - Второй мировой. Общий спад экономики, массовые переселения, бытовая неустроенность, эпидемии, эпизоотии и эпифитотии способствовали внедрению самой стойкой группы пестицидов - хлорорганических (ДДТ, ГХЦГ и др.), а также фосфорорганических (октаметил, тиофос, меркаптофос), многие из которых сродни боевым отравляющим веществам, таким, как зарин и зоман. Появлению третьего поколения пестицидов, прежде всего синтетических пиретроидов, содействовала массовая информация об отрицательных последствиях применения пестицидов второго поколения. Основные отличительные особенности этих препаратов - способность к быстрому разрушению в окружающей среде, сохраняя при этом еще большую токсичность, позволяющую уменьшать нормы расхода препарата. Благодаря этому уменьшается содержание остатков пестицидов в с/х продукции, но увеличивается вероятность несчастных случаев при их применении (согласно отчету ВОЗ за 1988 г. - до миллиона несчастных случаев ежегодно). К пестицидам третьего поколения относятся такие широко используемые препараты, как сумицидин, амбуш, цимбуш и децис.

Пестициды, обладая высокой биологической активностью, направленной на уничтожение вредных живых объектов, преднамеренно вносимые в окружающую среду и циркулирующие в ней, представляют реальную опасность для окружающей среды и здоровья работающих и населения. В связи с этим, по сравнению с химическими веществами другого назначения, во всем мире пестициды с медицинских и экологических позиций оцениваются наиболее строго.

Известно, что онкозаболеваемость является одной из патологий, фактором возникновения которой служит загрязнение окружающей среды, в

том числе и загрязнение атмосферного воздуха. Загрязненная приземная атмосфера вызывает рак легких, горла и кожи, расстройство ЦНС, аллергические и респираторные и другие заболевания.

Нами проанализированы данные многолетних наблюдений содержания в атмосферном воздухе нескольких приоритетных «классических» соединений: оксида углерода, диоксида азота, диоксида серы, взвешенных веществ, твердых веществ, летучих органических соединений, свинца и бенз(а)пирена, среди которых 3,4 бенз(а)пирен и свинец являются потенциально опасными для здоровья и канцерогенными [128]. Л.М. Шабад [129] предложил рассматривать канцерогенный 3,4 бенз(а)пирен как индикатор загрязнения окружающей среды.

При наиболее низких концентрациях естественные защитные силы организма могут оказаться достаточно эффективными, но приобретает значение продолжительность воздействия [130].

Все вышеуказанные поллютанты носят неспецифический характер воздействия на здоровье человека. В отличие от них, свинец и 3,4 бенз(а)пирен являются специфически опасными и имеют канцерогенный эффект.

Источником бенз(а)пирена являются энергетические установки и транспорт, он образуется в процессе горения практически всех видов горючих материалов [131]. Бенз(а)пирен по своим канцерогенным свойствам относится к группе 2А, к числу тех агентов, для которых имеются ограниченные доказательства канцерогенного действия в отношении людей и достоверные – для животных.

Пробы атмосферного воздуха на содержание бенз(а)пирена отобраны только на 3 и 4 стационарных постах. За период проведения исследований в г. Махачкала превышение концентрации бенз(а)пирена санитарно-гигиенических нормативов достигает 11 ПДК в 1993 г. В последующий период высокое его содержание регистрируется в 2003г (3,6 ПДК).

Подготовленный нами картографический материал (рис. 5.2) позволяет

сделать вывод, что высокие концентрации бенз(а)пирена, с учетом розы ветров в районе г. Махачкала, положительно коррелируют с высокими показателями онкозаболеваемости населения. Основной очаг накопления бенз(а)пирена находится на границе Ленинского и Советского районов города, которые характеризуются наивысшими показателями заболеваемости злокачественными новообразованиями городского населения.

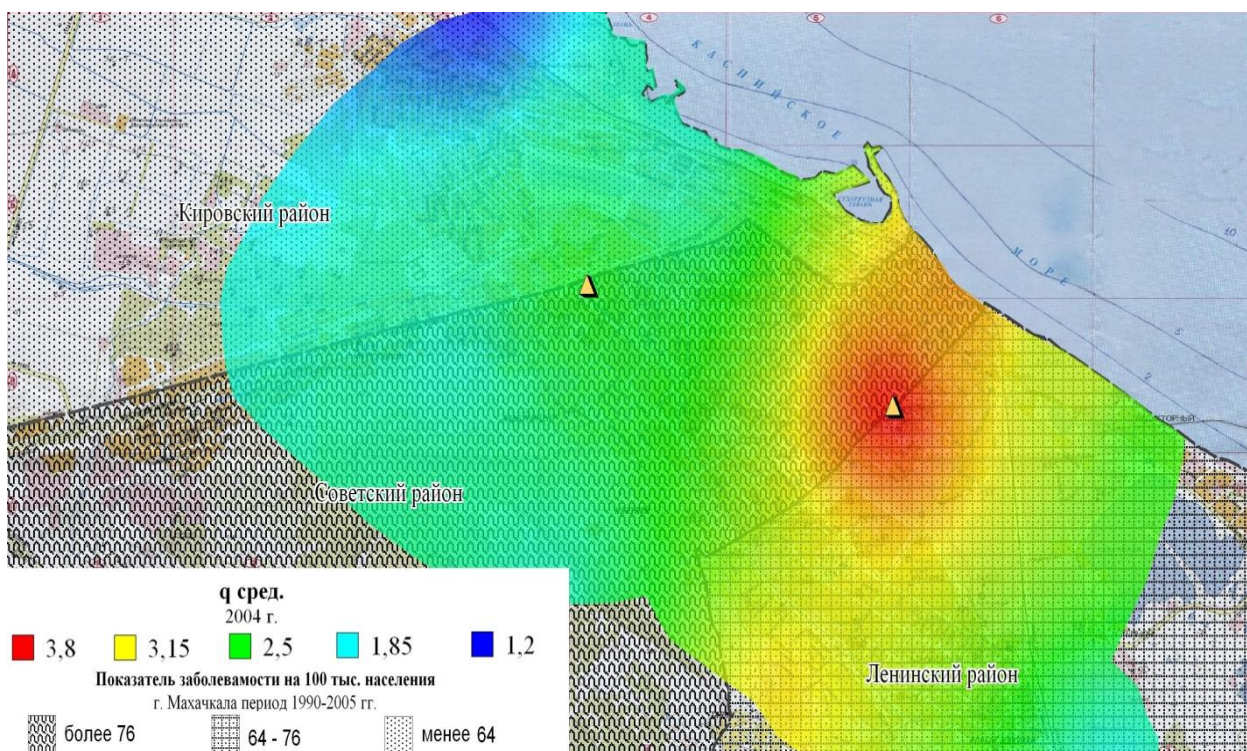


Рисунок 5.2 - Распределение 3,4-бенз(а)пирена в атмосферном воздухе с учетом розы ветров по г. Махачкала за период 2000-2009 гг.

Заболеваемость населения Республики Дагестан злокачественными новообразованиями с диагнозом, установленным впервые в жизни, за последние 10 лет продолжает расти. Показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями всего населения с диагнозом, установленным впервые в жизни, составили в 2013 году - 139,6 на 100 тыс. населения, в 2012 году - 145,8, в 2011г. - 140,3. Наблюдается снижение заболеваемости злокачественными новообразованиями всего населения по сравнению с 2012 года [132].

Территориями, на которых показатели превышают среднереспубликанские по заболеваемости всего населения злокачественными новообразованиями, являются: Кулинский, Магарамкентский, Лакский, Сергокалинский, Докузпоринский, Тарумовский, Дахадаевский, Кизилюртовский, Гунибский, Тляратинский, Буйнакский, Магарамкентский, Ахвахский, Чарадинский районы, гг. Даг. Огни, Буйнакск, Кизляр.

Показатели заболеваемости злокачественными новообразованиями детей в возрасте от 0 до 14 лет с диагнозом, установленным впервые в жизни, в 2013г составили 139,9 на 100тыс. детского населения (2012-160,4; 2011-151,3). Наблюдается снижение показателей заболеваемости злокачественными новообразованиями детей в динамике с 2012 года [133].

Территориями, на которых показатели превышают среднереспубликанские по заболеваемости детского населения (0-14 лет) злокачественными новообразованиями, являются: Чарадинский, Тляратинский, Кулинский, Тарумовский, Кизилюртовский район и г. Кизляр (рис. 5.3.)

Смертность населения от злокачественных новообразований составила в 2013 году 68,5 на 100 тыс. населения, что превысил показатель 2012 года (48,1) на 42,4%. В 2013 году наиболее высокие показатели смертности населения (по стандартизованным показателям) наблюдались в районах: Буйнакский, Докузпаринский, Кайтагский, Кумторкалинский, Курахский, Лакский, Рутульский, Сергокалинский, Хивский, Хунзахский, Цунтинский, города Дербент, Буйнакск, Кизилюрт, Избербаш.

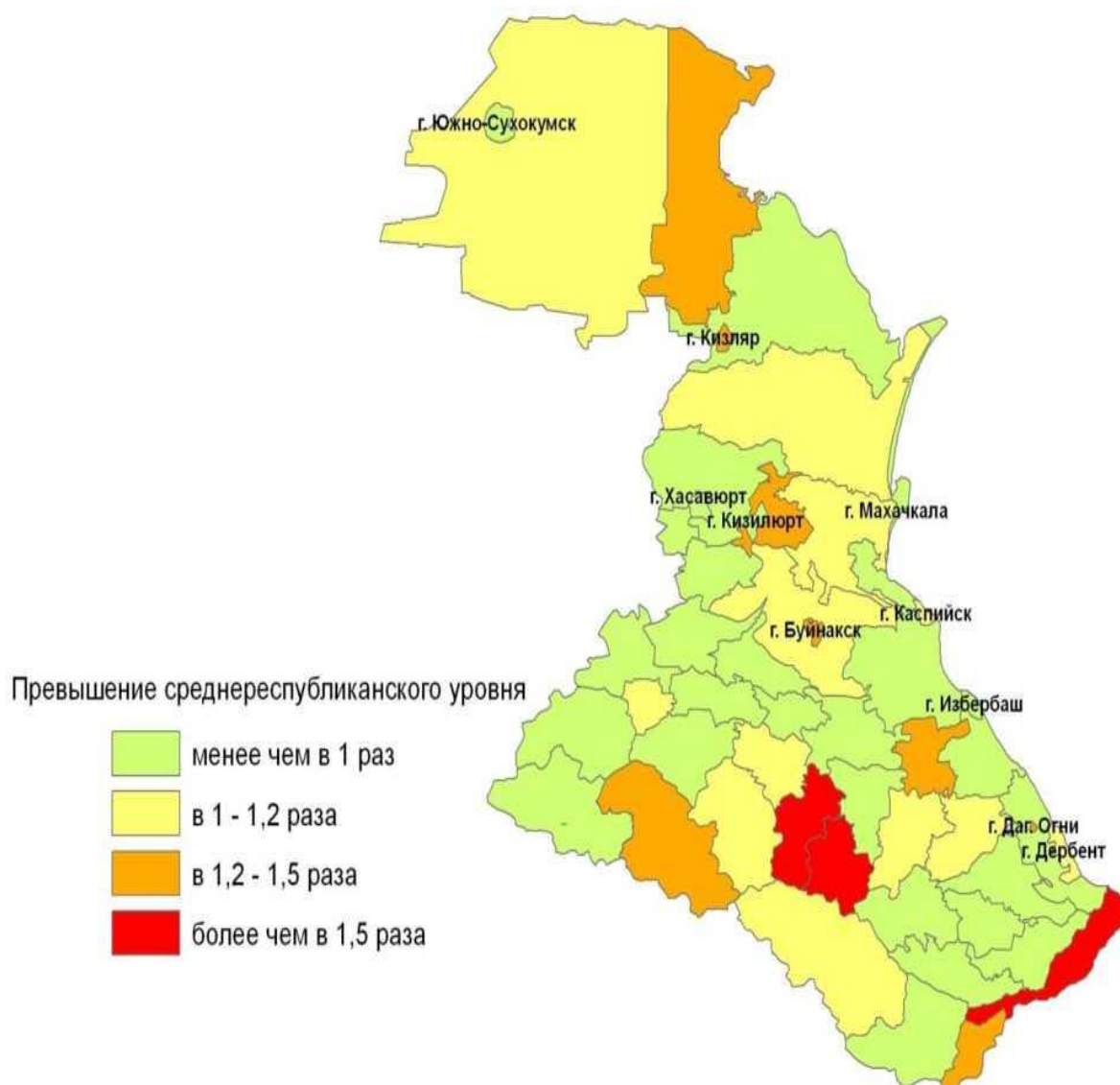


Рисунок 5.3 - Территории с уровнем заболеваемости злокачественными новообразованиями всего населения, превышающим среднереспубликанский

В структуре смертности населения Российской Федерации от злокачественных новообразований наибольший удельный вес составили опухоли трахеи, бронхов, легкого (15,8 %), желудка (12,5 %), молочной железы (9,1 %), ободочной (6,9 %) и прямой кишки (5,4 %).

Таким образом, специфическое и хроническое неспецифическое действие атмосферных загрязнений является наиболее типичным проявлением длительного влияния факторов малой интенсивности на население городов. Кроме того, оно приводит к изменениям в иммунной системе организма. Происходит не только снижение иммунной

резистентности, но и сенсibilизация организма к тем или иным химическим веществам, как обладающим специфическим действием, так и оказывающим неспецифическое влияние. Эти нарушения не носят выраженного характера и до определенного времени никак себя не проявляют, но формируют состояние предрасположенности к развитию системных заболеваний [134].

В этой связи, на фоне ухудшения основных медико-демографических показателей, характеризующих здоровье нации (смертность, рождаемость, рост аллергической, инфекционной, репродуктивной и онкологической заболеваемости и др.), пестициды являются дополнительным существенным фактором риска для здоровья населения и состояния окружающей среды. Значимость данного фактора усугубляется тем, что применение пестицидов на загрязненных радионуклидами и тяжелыми металлами территориях страны, а также на эндемичных (по йоду, фтору и другим микроэлементам) территориях может вызывать за счет комбинированного, сочетанного влияния взаимное усиление вредного действия указанных факторов на организм человека, флору и фауну.

Во второй половине XX века в результате увеличения объемов производства и применения пестицидов и агрохимикатов, эти вопросы приобрели еще большую значимость. В ряде административных территорий Российской Федерации они обострились в связи со случаями несанкционированного использования имевшихся остатков ранее признанных непригодными средств защиты растений, активизацией рекламы и реализации населению (нередко также несанкционированной) химических и биологических пестицидов и агрохимикатов для нужд личных подсобных хозяйств.

Продолжают иметь место случаи производства или использования препаратов, не включенных в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации.

Неудовлетворительно реализуется ряд важных положений

Федерального закона от 19.07.97 № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», прежде всего, в части обезвреживания, утилизации и уничтожения, запрещенных или непригодных к дальнейшему использованию пестицидов и отходов производства, создания эффективной системы производственного контроля за качеством и безопасностью исходного сырья, технологических процессов и конечной продукции на отечественных предприятиях по выпуску и расфасовке пестицидов и агрохимикатов.

Не обеспечена необходимая работа по стандартизации и сертификации пестицидов и агрохимикатов. Не решены вопросы производства и обеспечения в необходимом объеме аналитических лабораторий и испытательных центров аналитическими стандартами для контроля остаточных количеств пестицидов и агрохимикатов в продовольственном сырье, пищевых продуктах и объектах окружающей среды.

Практически отсутствует должная система оценки качества и безопасности машин и оборудования, используемых при обращении пестицидов и агрохимикатов. Отсутствие в большинстве территорий современного оборудования не позволяет внедрять более совершенные технологии производства и применения препаратов.

Имеющиеся недостатки в немалой степени обусловлены тем, что до настоящего времени не приняты важные нормативные акты, предусмотренные Федеральным законом № 109-ФЗ «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», в частности, порядок государственной регистрации агрохимикатов, порядок сертификации пестицидов и агрохимикатов, порядок их безопасного применения, ввоза, утилизации и обезвреживания и др.

Практически не ведется работа по разработке законодательных и нормативных правовых документов в данной области в субъектах Российской Федерации.

Все это свидетельствует о том, что такая сложная межведомственная

эколого-гигиеническая проблема требует постоянного государственного внимания, прежде всего с позиций совершенствования законодательной базы и организации эффективного государственного контроля и надзора за их безопасным обращением в целях охраны здоровья населения, окружающей среды, рыбного хозяйства.

Природоохранными ведомствами, наблюдательной сетью Росгидромета и научными организациями накоплен обширный материал о загрязнении морской среды России хлорорганическими пестицидами. Отмечается, что основная масса хлорорганических пестицидов привносится в морскую среду речным и материковым стоком, морскими течениями, имеет место стойкое загрязнение не только водной среды, но и донных отложений.

Еще одна негативная сторона применения пестицидов - выработка устойчивости насекомых-вредителей, грызунов, микроорганизмов, сорных и вредоносных растений ко многим из применяемых препаратов и целым группам. Количество таких устойчивых видов продолжает расти. Свыше десятка видов насекомых (тараканы, мухи, колорадский жук, капустная моль и др.) на сегодняшний день развили устойчивость к пестицидам всех применяемых ныне классов.

Следующая группа химических соединений (удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, др.), предназначенная для повышения почвенного плодородия, урожайности и качества продукции в целом, может, в случае нарушения регламентов и экологических требований при применении, приводить к накоплению в почве и продукции токсичных и опасных элементов, в первую очередь тяжелых металлов, радионуклидов, соединений азота и др.

Суммарно доля загрязненных почв элементами первой группы опасности (высоко опасные вещества) достигает 2,5% от площади обследованных земель, а из элементов второй группы опасности (умеренно опасные вещества) 1,32% - по меди, 1,72 % - по хрому, от обследованной площади.

Наибольшую опасность представляют осадки городских сточных вод, применяемые в качестве удобрений. Из-за смешения с промышленными стоками осадки содержат высокие концентрации кадмия, цинка, меди, хрома, свинца и никеля. Наличие в осадках органических токсикантов остается малоизученным, хотя в настоящее время осуществляется государственный контроль и надзор за безопасным обращением пестицидов и агрохимикатов:

- учреждениями государственной санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации (в части соблюдения санитарно-гигиенических требований, санитарных норм, правил, гигиенических нормативов, направленных на охрану здоровья населения, на всех этапах производства и применения пестицидов и агрохимикатов, включая государственный надзор за содержанием остаточных количеств пестицидов и токсичных элементов в производимой продукции растениеводства, животноводства и птицеводства, а также в объектах окружающей среды: более 2400 центров Госсанэпиднадзора, 314 аналитических лабораторий, где проводятся исследования на остаточные количества пестицидов (около 120 тыс. анализов в год) и около 1 тысячи лабораторий, где проводятся исследования на содержание токсичных соединений и радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и объектах окружающей среды);

- учреждениями государственных служб Минсельхоза России - 106 Федеральных государственных учреждений, центров, станций агрохимической службы и 110 станций защиты растений (в части соблюдения установленных регламентов при применении пестицидов и агрохимикатов, включая меры безопасности для работающих, контроль качества препаратов и производимой сельскохозяйственной продукции, контроль содержания токсикантов в почве);

- МПР России и его территориальными органами (в части соблюдения требований экологической безопасности и проведения государственной экологической экспертизы);

- десятью территориальными управлениями по гидрометеорологии

и мониторингу окружающей среды Росгидромета (УГМС) - наблюдения за содержанием пестицидов в почве и водных объектах;

- органами Госстандарта России (в части сертификации сельскохозяйственной продукции, выращенной с использованием пестицидов и агрохимикатов).

Таким образом, наряду с положительными экономическими результатами, достижение которых было обусловлено применением пестицидов и агрохимикатов, существует ряд проблем, прежде всего в части охраны окружающей среды и здоровья населения, решение которых затягивается и требует безотлагательного рассмотрения и принятия эффективных комплексных мер.

Таким образом, наряду с положительными экономическими результатами, достижение которых было обусловлено применением широкого спектра химических соединений разного целевого назначения, существует ряд проблем, прежде всего в части охраны окружающей среды и здоровья населения, решение которых затягивается и требует безотлагательного рассмотрения и принятия эффективных комплексных мер. Значимость фактора химического загрязнения среды усугубляется тем, что на эндемичных (по йоду, фтору и другим микроэлементам) территориях за счет их комбинированного влияния может происходить взаимное усиление вредного действия на организм человека, флору и фауну.

Рассмотрение проблем мониторинга состояния поверхностных вод необходимо проводить исходя из бассейнового принципа организации наблюдений, поскольку количественные и качественные характеристики вод определяются их поступлением со всей водосборной площади.

Основной задачей мониторинга загрязнения почв, с точки зрения предотвращения чрезвычайных экологических ситуаций, является оценка загрязнения производимого на них фуража и пищевых продуктов (в первую очередь тяжелыми металлами и пестицидами), потребляемых населением, а также оценка вклада смыва загрязняющих веществ с водосборной площади в

водоемы. Загрязнение почвы на урбанизированных территориях в масштабах Республики Дагестан обусловлено отсутствием эффективной инфраструктуры по сбору, обработке и утилизации бытовых и промышленных отходов. Программа мониторинга загрязнения почв должна быть ориентирована на наблюдение за долговременными трендами, характеризующими накопление в ней загрязняющих веществ. Эта информация для урбанизированных территорий в определенной мере служит вспомогательной, характеризующей суммарные уровни поступления загрязняющих веществ в результате антропогенной деятельности.

В 2013 г. контроль состояния почвы осуществлялся на 104 мониторинговых точках Республики Дагестан на содержание:

- 15 химических веществ: бенз(а)пирен, кадмий, медь, мышьяк, никель, ртуть, свинец, цинк, нитраты, аммиак, хром, хлориды, pH, санитарное число Хлебникова;
- микробиологических организмов: индекс БГКП, индекс энтерококков, лактозоположительные кишечные палочки;
- паразитологических показателей: яйца и личинки гельминтов;
- показателей радиологической безопасности (цезий, стронций).

ВЫВОДЫ

1. За последние 5 лет (2009-2013) в Республике Дагестан отмечается уменьшение суммарных выбросов от стационарных источников загрязнения окружающей среды на 25%, что связано с сокращением числа работающих кирпичных заводов, переходом ряда асфальтобетонных заводов на более экологичные виды топлива и усилением контроля за соблюдением мероприятий, направленных на уменьшение выбросов. К территориям «риска» с высокими уровнями загрязнения атмосферного воздуха по-прежнему относятся города Махачкала, Хасавюрт и Кизилюрт.

2. В Республике Дагестан на сегодняшний день сложилась неудовлетворительная экологическая обстановка, особенно в части,

касающейся качества поверхностных водных ресурсов. Вода рек и водоемов загрязнена химическими веществами, солями тяжелых металлов, биогенными веществами, пестицидами, органическими соединениями. Наибольшую хозяйственную нагрузку испытывают на себе такие крупные речные системы как Терек, Сулак, Самур.

3. Проблемы окружающей среды Прикаспийского региона связаны как со степенью антропогенных деформаций местных экосистем, так и с влиянием негативных воздействий, источники которых расположены за его пределами. Ареалы наиболее острых экологических ситуаций в регионе включают: дельту Волги, Северный Прикаспий, Калмыкию, прибрежную зону Дагестана. Отсутствие современной системы комплексного управления окружающей средой, в том числе отсутствие экологического мониторинга и недостаток сети наблюдательных пунктов в акватории Каспийского моря, не позволяют адекватно судить об экологической опасности в регионе.

ГЛАВА VI.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ АДАПТАЦИЙ И ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВЫХ СТРАТЕГИЙ УЯЗВИМЫХ ВИДОВ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Данный раздел работ выполнен Федеральным государственным бюджетным учреждением науки «Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук» в соответствии с договором № 1 от 26 августа 2014 г.

Под адаптацией понимается естественная приспособительная способность биологических систем всех уровней организации жизни, обеспечивающая выживаемость вида в условиях конкретного местообитания и изменяющихся условий.

Под действием естественного отбора не только возникли функциональные системы разного типа, но и сложилась *уровневая иерархия* этих *биосистем*, обеспечивающая устойчивость и функциональную целостность органического мира.

На популяционном уровне организации жизни приспособительные реакции направлены в первую очередь на повышении вероятности выживания (поддержание положительного энергетического баланса) и оставление жизнеспособного потомства. Она определяется комплексом свойств, обычно, обозначаемой как **экологическая стратегия выживания**. В качестве показателей, обеспечивающих стратегическое превосходство одних видов перед другими, рассматриваются темпы роста особей, период достижения половозрелости, плодовитость, периодичность размножения, а также поведенческие особенности и пространственно–временная структура популяции. Все эти показатели имеют видовую специфику, имеющих наследственную генетическую основу и работают на основе функционирования двух адаптивных систем, действующих на основе различных принципов:

1. Механизмов, обеспечивающие адаптивный характер общего уровня

стабилизации отдельных функциональных систем и организма в целом по отношению к наиболее генерализованным и устойчивым параметрам среды;

2. Лабильных реакций, поддерживающих относительное постоянство общего уровня путем включения функциональных адаптивных реакций при отклонениях конкретных условий среды от средних характеристик (Шилов, 1967, 1985).

Каждый новый уровень и адаптационные особенности каждого уровня возникают “не посредством разрушения образований предыдущего уровня, а путем “наложения” на них процессов объединения и организации таких единиц в единую систему” [135].

Популяционно-видовой уровень адаптации присущ надорганизменным системам и включает на уровне популяций процессы размножения, смертности, пространственно-временную и этологическую структуру популяционных систем и групп, системы сигнализации, процессы и механизмы, связанные с регуляцией плотности населения и т.д.

Как и другие уровни, популяционно-видовой представляет собой специфический, непрерывно развертывающийся в пространстве и во времени процесс существования живого вещества, характеризующийся особыми качествами. Его новые качества жизни заключаются в следующем: популяция и вид выражают законы групповой, или надорганизменной формы жизни, которая проявляются в таких показателях, как плодовитость, рождаемость, смертность, выживаемость, структурность биосистемы (половая, возрастная, поведенческая, территориальная), плотность, численность и особенности функциональной роли в природе.

В природе существует колоссальное разнообразие видов, однако все они отражают свойства одного и того же структурного уровня организации жизни – популяционно-видового. Структура популяционно-видового уровня обусловлена разнообразием особей и групп особей, входящих в популяцию, но, как правило, с близким и определенным генофондом, и в то же время различающихся по полу, возрасту и требованиями к окружающей среде.

Они поддерживают уровень взаимодействия между особями внутри популяции и вида, благодаря чему создается общая морфогенетическая структура и принципиальная возможность широкого наследственного разнообразия популяции и ее дивергенция, обеспечение выживаемости в постоянно изменяющихся условиях. Многообразие связей, выработанных видом и популяциями в историческом процессе своего становления, направлено: на самосохранение в течение как можно более длительного времени, вплоть до бесконечности; на поддержание устойчивости, на репродукцию и на способность к эволюции в связи с изменяющимися внешними условиями. На данном уровне организации жизни происходит возникновение не только новых видов, но и формирование их приспособленности к среде, более активное качественное и количественное участие в использовании среды обитания в биогеоценозах.

Общая стратегия данного уровня – создание и поддержание биологического разнообразия видов, обеспечивающее устойчивое существование биогеоценозов, биосферы и в целом жизни.

В рамках данного проекта нами проведена инвентаризационная оценка и получена информация о разнообразии рыб Среднего Каспия на видовом и внутривидовом уровнях и типах их местообитаний. Дана качественная оценка параметров водной среды и процессов, формирующих биоразнообразие рыб в условиях Среднего Каспия, определены типы и разнообразие жизненных стратегий, структура локальных популяций. Показано, что состав и структура сообществ в разных условиях Среднего Каспия различаются главным образом на внутривидовом уровне. Различия проявляются в численном соотношении разных видов и в преобладании того или иного типа жизненной стратегии у отдельных видов. Показано, что наличие сложной системы трофических взаимодействий в сообществе приводит к тому, что численные изменения одних видов и популяций отдельных видов рыб и их кормовых объектов порождает эффекты, затрагивающие практически все звенья трофической сети.

Каспийское море - крупнейшее озеро в мире, замкнутый бессточный водоем, находящийся на 27 м ниже уровня Мирового океана. Каспий постоянно привлекал внимание исследователей как уникальный рыбохозяйственный водоем, а в последние десятилетия - и как район богатый углеводородным сырьем.

Каспий характеризуется периодическими изменениями уровня режима, а также изменчивостью гидролого-гидрохимических показателей. Море имеет меридиональную направленность с четко выраженными глубоководными впадинами в его южной и средней частях, разделенных между собой апшеронским подводным хребтом и мелководной северной частью, находящейся под мощным воздействием стока р. Волги. Северная опресненная часть моря отделена от средней подводным мангышлакским гребнем. И хотя Каспийское море в целом и представляет собой единую экосистему, каждая из его трех частей – северная, средняя и южная - характеризуется особенностями своего режима и своеобразной фауной, приспособившейся к этим условиям.

Дагестанское взморье в целом, включая его самые южные районы, в том числе устьевое взморье р. Самур, следует рассматривать как особый район зоны смешения волжских и каспийских вод, испытывающий также распресняющее воздействие стока дагестанских рек, либо как зону взаимодействия северо- и среднекаспийских вод. По данным прибрежных наблюдений, проводимых Дагестанским гидрометцентром, средняя соленость морских вод в районе Махачкалы равна $10,33^{0/00}$ (1947-1996 гг.), в районе Изберга – $11,28^{0/00}$ (1949-1996 гг.), в районе Дербента – $11,85^{0/00}$ (1940-1996 гг.) (ср.: соленость среднекаспийских вод равна $12,84^{0/00}$). Амплитуда синоптических, сезонных, межгодовых колебаний солености прибрежных морских вод достаточно велика: в районе Махачкалы, например, разность между зарегистрированными экстремальными значениями солености составляет более $8^{0/00}$.

Несмотря на принадлежность западной части Среднего Каспия к зоне

смешения речных и морских вод и большой размах пространственно-временной изменчивости солености, отношения между солеобразующими компонентами являются постоянными и сходными с таковыми в морских водах Среднего Каспия

Биологическая продуктивность прибрежных морских вод и их способность к самоочищению во многом определяются функциональной организацией морских экосистем, в основе которой лежат тесно связанные между собой биогеохимические циклы углерода, кислорода, азота и фосфора (то есть основных элементов, входящих в состав живого вещества).

К основным химическим компонентам углеродного цикла в морской воде относятся растворенные органическое вещество, свободная углекислота и соли угольной кислоты, причем о содержании первых двух компонентов в водах Каспийского моря известно чрезвычайно мало. Средняя концентрация растворенного органического углерода (РОУ) в водах Каспия равна 6 мг/л, растворенного ОВ - 10-12 мг/л. Данные о содержании указанных компонентов в прибрежных водах Дагестана отсутствуют. Известно, однако, что содержание взвешенного органического углерода (ВОУ) составляет здесь 50-100 мкг/л. Исходя из того, что, как правило, в морских водах $РОУ/ВОУ=10$, концентрация РОУ в морской воде у берегов Дагестана должна находиться в пределах от 0,5 до 1,0 мг/л. Однако в западной части Северного Каспия содержание РОУ значительно больше: от 1 до 20 мг/л. Учитывая, что Дагестанское взморье является зоной взаимодействия северо- и среднекаспийских вод, следует предполагать, что концентрация РОУ здесь колеблется в широких пределах - вероятно, от 1 до 10 мг/л.

Следует отметить, что каспийские воды перенасыщены углекислотой, благодаря чему они являются ее поставщиком в атмосферу, а также то, что концентрация углекислоты в морской воде у западного побережья Среднего Каспия изменяется в пределах от 0,03 до 0,05 ммоль/л. Наиболее хорошо изученным компонентом углеродного цикла являются карбонаты, а точнее - щелочность, практически полностью определяемая их содержанием в

морской воде. Пространственно-временная изменчивость щелочности в Среднем Каспии зависит от изменения солености.

Одним из главных параметров биогеохимического цикла кислорода является степень насыщения им морских вод, с одной стороны, определяющая скорость его обмена с атмосферой, а с другой - являющаяся показателем направленности и интенсивности биохимических процессов. Показано, что в пределах временного интервала, примерно равного естественному синоптическому периоду изменения насыщения вод кислородом, они определяются биохимическими процессами, а за этими пределами на них существенное воздействие оказывают гидрометеорологические процессы. Выявленная в последнем случае положительная связь насыщения вод кислородом с температурой и отрицательная - с соленостью показывает, что основным гидрологическим фактором формирования кислородного режима прибрежных морских вод является их вертикальная устойчивость. Время существования гипоксии, развивающейся в придонном слое дагестанского взморья при резкой стратификации вод, определяется изменчивостью гидрометеорологических условий и находится в пределах временного интервала от 6 до 18 суток.

Общая функциональная активность морских экосистем определяется, как известно, скоростью оборота азота и фосфора, концентрация которых лимитирует скорость биохимических процессов. Основными источниками биогенных элементов для биологических сообществ прибрежных экосистем являются речной сток, сточные воды и адвекция северокаспийских вод на дагестанское взморье. Работы, выполненные в основном дагестанскими исследователями [136] показывают, что основным источником биогенов является адвекция северокаспийских вод, с которыми на взморье поступает минерального фосфора в 10 раз, а минерального азота - в 3,5 раза больше, чем с территории Приморского Дагестана.

Интересно, что количество валового фосфора, поступающего на взморье с северокаспийскими водами, примерно равно выносимому в

Северный Каспий с волжскими водами, а количество валового азота - примерно в три раза меньше. Этот факт подтверждает гипотезу, предложенную дагестанскими учеными, о постепенном уменьшении отношения N/P в ряду волжский сток - Северный Каспий - Средний Каспий - Южный Каспий. В прибрежной зоне Дагестана по пути движения северокаспийских вод на юг и по мере их смешения со среднекаспийскими водами это отношение также уменьшается, вплоть до того, что в южной части взморья элементом, лимитирующим фотосинтетическую активность планктона, становится азот.

В целом, дагестанское взморье отличается от других районов Среднего Каспия высокой трофностью (массой веществ, вовлеченных в биологический круговорот), обусловленной адвекцией богатых биогенами северокаспийских вод, вклад которых в пополнение запасов фосфора и азота на взморье во много раз превосходит их поступление со сточными и речными водами с территории Дагестана. Имеющиеся данные о гидрохимическом режиме Дагестанского взморья в целом и отдельных его районов показывают, что он формируется в основном под влиянием естественных природных процессов, а гидрохимические параметры морской среды в пределах присущих им колебаний не препятствуют формированию биологической продуктивности.

Химическое и микробиологическое загрязнение является основным показателем качества морских вод, определяющим нормы антропогенной нагрузки на морские экосистемы [137]. Основные источники загрязнения Каспийского моря - речной сток и сточные воды промышленных предприятий, коммунального, сельского и водного хозяйства. С учетом неравномерного распределения указанных источников по периметру моря наиболее загрязненными являются его северная и южная части. Показано, что основным источником загрязнения прибрежных вод Среднего Каспия является адвекция загрязненных северокаспийских вод, с которыми на взморье поступает только нефтяных углеводородов в 50 раз больше, чем их сбрасывается с территории Дагестана со сточными и речными водами. При

этом, суммарное (из всех источников) поступление нефтяных углеводородов на Дагестанское взморье составляет почти 25 тысяч тонн в год.

На основе данных о загрязнении прибрежных территорий и акваторий, сбросах загрязняющих веществ, а также применяя вновь введенный показатель качества морской среды ("биологический эквивалент концентрации"), дагестанские ученые и специалисты [138, 139, 140, 141], характеризуют экологическую ситуацию в ряде прибрежных районов Дагестана как "чрезвычайную", либо как "экологическое бедствие". Следует отметить, что экологическое состояние районов южной части Дагестанского взморья оценивается ими как "относительно удовлетворительное". Основной вклад (60-80%) в общее загрязнение прибрежных морских вод вносят фенолы, концентрация которых в среднем в 4-6 раз превышает норму, установленную для рыбохозяйственных водоемов (0,001 мг/л).

В Каспийском море обитает 449 видов фитопланктона, почти 400 видов зоопланктона и 379 видов зообентоса. Более половины общего числа видов составляют понтические реликты. Большая часть реликтовых видов – эндемики [142].

Истоки развития биологических, в частности ихтиологических, исследований на Каспии связаны с именами известных ученых: П.С. Палласа, И.И. Лепехина, Г.С. Гмелина, И.Ю. Гюльденштедта. Более поздние работы К.М. Бэра и Н.Я. Данилевского знаменуют начало нового этапа в развитии ихтиологических исследований на Каспии - переход от систематики, фаунистики, зоогеографии к изучению экологии рыб, продолженные в конце XIX - начала XX вв. блестящей плеядой таких исследователей как Н.М. Книпович, Н.А. Бородин, И.Н. Арнольд, Е.К. Суворов, Л.С. Берг, А.Н. Державин, В.И. Мейснер, К.А. Киселевич и др.

Истории образования Каспийского моря, формирования его режима и фауны посвящено много работ [143,144,145,146,147,148,149,150,151]. Проведены обширные гидробиологические исследования, посвященные флоре и фауне этого водоема, его биологической продуктивности, значению

планктона и бентоса в питании рыб [152,153,154,155,156,157,158,159]. Учитывая, что рыбное хозяйство на Каспийском море многие годы было ведущей отраслью народного хозяйства, состоянию ресурсов Каспия, перспективам его развития постоянно уделялось ведущее значение [160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170]. Активно исследовался в рыбохозяйственном отношении западно-каспийский регион и шельфовая зона моря, примыкающая к территории Дагестана [171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181].

В целом разработан базис научных основ развития рыбного хозяйства в условиях комплексного использования водных ресурсов Каспия, выполненных Л.Г. Виноградовым, Е.А. Яблонской [182]; Е.А. Яблонской [157, 158]; Е.А. Яблонской, А.И. Зайцевым [159]; Ю.Ю. Марти [164]; А.А. Барсуковой [183]; Т.В. Астаховой, З.П. Бухариной, Е.Н. Казанчевым, Д.Н. Катуниним и др. [184]; Н.М. Винецкой [154]; В.Н. Беляевой и др. [185].

Средний Каспий традиционно является одной из основных составляющих частей рыбохозяйственного комплекса России на Каспии. Благодаря мощному биогенному стоку рр. Волги, Терека, Сулака, Самура, шельфовая зона рассматриваемого района является одной из самых высокопродуктивных на Каспии. Только относительно небольшая акватория побережья от устья р. Терек до устья р. Кумы, площадью около 4,0 тыс. км², обеспечивала ежегодно от 10 до 20 тыс. т вылова рыб пресноводного комплекса, что, в пересчете на продуктивность, составляет 2,5-5 т/км². Здесь расположены основные миграционные пути морских и проходных сельдей, обыкновенной тюльки, а в период до 1990-х годов во все сезоны года нагуливалось около 40% осетровых рыб.

Однако, в результате зарегулирования и перераспределения стока рек особой проблемой каспийского рыбного хозяйства в настоящее время является критическое состояние запасов осетровых. Наличие обширных высококормных морских пастбищ и огромного нерестового ареала на всех наиболее крупных реках, впадающих в море, способствовали формированию

здесь самого мощного в мире стада осетровых. Здесь до недавнего времени было сосредоточено более 70 % запасов осетровых рыб, которые являлись главными объектами промысла в Каспийском море, сюда же приходилось свыше 60% российского улова крупного частяка [186]. Россия имела самое мощное в мире стадо осетровых. Общий объем вылова осетровых в Каспийском море в 1977 г., к примеру, достиг до 27, 3 тыс. т, что связывалось с увеличением водности рек в конце 40-50-х годов, с запрещением промыслов осетровых вообще и запрещением промысла частиковых в Северном Каспии и сельдяного промысла в Среднем и Южном Каспии [185]. Промысловые годовые уловы осетровых на дагестанском побережье до 50-х годов колебались от 1,1 до 4,0 тысяч т, что составлял около 33% от всего улова их в Каспийском море [187]. В настоящее время мы практически потеряли естественные стада наиболее ценных промысловых видов рыб всего Западного побережья Каспия. В частности белуги, осетра, севрюги, крупных видов сельдевых (залом), лососевых (кумжа) и сиговых (белорыбица). Т.е. популяции каспийских ценных рыб низведены до уровня, делающего любой их промысел бессмысленным и экономически не оправданным.

Потерю этих видов традиционно сваливают на браконьеров. Между тем, учитывая площадь акватории Каспия, текущую численность и воспроизводственный потенциал осетровых и другие факторы, никакой браконьерский лов не был способен даже заметно снизить это поголовье. Браконьеры, в данном случае, это просто государственный миф, скрывающие свое бессилие и нежелание вести правильную экологическую политику. Государство просто не желало и не желает брать на себя ответственность за потерю ценных рыбных ресурсов Каспия. Такой миф теоретически ничем не оправдан. Реальные причины здесь абсолютно просты и напрямую связываются с концом 50-х и началом 60-х годами прошлого столетия. По сути, с начала 60-х годов осетровые потеряли все свои нерестилища по всей северо-западной части Каспии (исключая р. Урал) - нет нерестилищ

(связанных с галечными грунтами), нет и воспроизводства.

В 1961 году закончилось строительство Волжской ГЭС, являющейся нижней ступенью каскада, которая перекрыла главный путь на нерест таким проходным рыбам Каспийского моря как белуга, русский осет, белорыбица, волжская сельдь. Построенный, но недолго работавший, рыбоподъемник оказался недостаточно эффективным. Через него до 1967 года пропускалось, по официальным данным, не более 15 % поголовья поднимающихся по Волге нерестовых рыб, они выполняли больше демонстрационную, а не функциональную роль и вскоре вообще перестали работать.

Еще одним препятствием к местам нереста стала Каргалинская плотина, которая отрезала все нерестилища осетровых, кумжи и белорыбицы в верховьях р. Терек. Плотина была введена в строй в 1956 году. Первоначально проход рыб осуществлялся здесь всего 20 часов в неделю за счет поднятия затворов, а с 1983 г. Каргалинский гидроузел, по сути, престал выполнять и эту функцию.

В 1964 году завершилось строительство Чирьюртовской ГЭС, которая перекрыла доступ к нерестовым позициям для сулакских популяций белуги, русского осетра и севрюги.

В 40 году начали вводить в действие первую очередь Самур-Апшеронского канала, который вначале еще не оказывал существенного вреда расположенным ниже по реке нерестовым позициям осетровых и многочисленным ценным проходным рыбам Самура. Но, уже с 80 годов и по настоящее время, вопреки экологическим нормам и здравому смыслу, 90% самурского стока стал отводиться в Самур-Апшеронский и Самур-Дербентский каналы, которые обезвожили галечники, расположенные в низовьях Самура и полностью исключили самовоспроизведение проходных рыб самурских популяций.

В настоящее время можно с определенностью сказать, что дагестанская популяция осетровых, в частности терские и сулакские маточные стада белуги, осетра и севрюги, практически полностью исчезли в результате

отрыва их от нерестовых галечных грунтов. Вследствие изменения гидрологического режима р. Самура мы полностью потеряли генетически связанные с данной рекой популяции осетровых, которые были способны размножаться на галечных грунтах всего на расстоянии одного километра от устья (русский осетр, персидский осетр, севрюга, белуга).

Перекрытие нерестовых площадей уже достаточный фактор для полного уничтожения дикой популяции осетровых и других промысловых рыб независимо от интенсивности браконьерства или других форм антропогенных воздействий. Браконьеры лишь добирали обреченных на вымирание неспособных к размножению в новых условиях осетровых. К 1980 – 90 гг. практически полностью закончили существование дагестанские популяции осетра и белуги, поколения тех 50-х годов, средняя продолжительность жизни которых достигает 50 -60 для осетра и 70- 80 лет для белуги. К 2000 г., по сути, исчезла и дагестанская популяция севрюги.

Как показывают учеты, что еще в 1980 году по самым скромным оценкам, в Северо-Западной части Каспия обитало более 15 млн особей, а в 2002 году еще около 12 млн особей белуги, общей массой в 250 тыс. тонн. В эти же периоды здесь обитало более 35 млн особей осетра, что по массе составляло более 500 тыс. тонн. В 1985 году здесь насчитано более 80 млн экземпляров севрюги с общей массой поголовья 720 тыс тонн.

Общая масса северо-западных популяций осетровых еще в период 90-е – 2000-е годы составляла здесь более 1 млн 500 тыс тонн. При этом, максимальные значения официальных выловов осетровых (1977 г.), как уже указывалось, отмечены значением в 23,5 тыс тонн (в среднем более чем вдвое меньше) , что составляет менее 2% (1,6 %) ко всей ее популяции только по Северо-Западной части Каспийского моря. Это ничтожно мало для биологически полноценной популяции, и ее восстановительного потенциала. Даже если приплюсовать к этому массовое браконьерство, пусть даже с допустимым превышающем официальных уловов в 5- 10 раз – на Северо-Западной части Каспия не могли вылавливать более 10-15 % поголовья

осетровых. Что также никак не могло сказаться на устойчивости и воспроизводительном потенциале осетровых Северо-Западного Прикаспия.

Таким образом, даже простые расчеты показывают, что основная причина всего описанного - комплекс мероприятий по зарегулированию и перераспределению стоков рек, а распад единой системы координации и взаимодействия рыбохозяйственной отрасли и беспримерное браконьерство в устьевых зонах рек, только ускорили этот неизбежный процесс. Эта важнейшая и главная причина деградации ресурсного потенциала ценных промысловых проходных рыб на Северо-Западном побережье Каспия.

Нельзя, естественно, исключить значимость других причин деградации биопродукционного потенциала Каспийского моря. Какой-то, будем говорить остаточный, промысел осетровых в настоящее время поддерживается исключительно за счет морской добычи по глубинным и северным районам Каспия. Это говорит о том, что в районе дагестанского побережья Каспия браконьерский лов основывается на исключительно мигрирующей, частью искусственной волжской популяции, и естественных уральских популяций осетровых. Роль браконьерства начинает сказываться при низких уровнях численности. В период низкой наблюдаемой численности производителей последнего десятилетия фактор браконьерства начинает реально работать и усложняет проблему входа производителей в реки. Это меньше касается Волжских популяций т.к. при малых остаточных нерестовых площадях плотность посадки икры даже в настоящее время в предплотинных акваториях превышает все нормы, что снижает их выживаемость. Для Сулака и Терека речь идет только о необходимости сберечь хоть какую-то часть диких особей для отбора икры в целях искусственного поддержания генетического разнообразия потомков при их разведении.

Существенным фактором, влияющим на благополучие экосистем Каспийского моря, в настоящее время, выступают инвазии чужеродных видов, химическое и бактериологическое загрязнение Каспия. Особое место в

инвазионных процессах и функциональной перестройки экосистем Каспия сыграл гребневик мнeописис, этот процесс сейчас прошел точку апогея и мы можем ожидать какую-то стабилизацию Каспия на экосистемном уровне. Что это будет нам пока трудно сказать.

С распадом Советского Союза резко снизилась эффективность рыбопроизводных заводов, что, на фоне нерационального государственного и роста частного промысла, привело в настоящее время к резкому падению естественных запасов или практическому истреблению наиболее ценных промысловых рыб (осетровых, лососевых, сиговых).

По сути, сходным образом обстоит дело и с крупным «частяком» (судак, лещ, сом, жерех, щука, кутум и др.). Численность последних стремительно снижается с 1990 года, с периода капитального зарастания и осушения нерестовых водоемов, потери важнейшего для воспроизводства частиковых рыб - Аграханского залива, повсеместного распространения устьевого лова и речного электроудочного лова нерестующих рыб. Официальные уловы их падают каждые 5 лет примерно на 500-600 тонн.

Тем не менее, на фоне наблюдающегося снижения промыслового значения многих видов рыб и потери их отдельных популяций, общее биологическое разнообразие рыб Каспийского моря не только не снижается, но и в определенной степени и увеличивается.

Ихтиологическими исследованиями ученых Дагестана (Д.З. Демин, М.М. Шихшабеков, А.К. Устарбеков, Г.М. Магомедов, Т.Х. Спасская, М. Амирханов, М. Омаров и др.) проведенными в разные периоды было установлено, что во внутренних водоемах Северо-Западной части Каспия (Терско-Сулакско-Самурской системы) вместе с акклиматизированными видами и заходящими на нерест и нагул из Каспийского моря проходными и полупроходными рыбами обитают около 60 видов, относящихся к 12 семействам. В настоящее время, здесь обнаруживается около 106 видов, относящихся к двум классам, 14 отрядам, 21 семейству и 59 родам. В сводку включены все виды рыб и один

представитель рыбообразных (каспийская минога), достоверность обнаружения которых на территории Дагестана или на пограничных с ней водных объектах не вызывает сомнения.

Значительные изменения в списочном составе ихтиофауны Дагестана связаны по нашему мнению с несколькими причинами. Одна из них, наиболее существенная - недостаточное, если не сказать полное отсутствие внимания, которое уделялось ранее дагестанскими ихтиологами малозначимым в хозяйственном отношении видам. Другая причина, в изменении таксономического статуса ряда видов или подвидов. В данной работе систематический статус и названия рассматриваемых рыб приведены в соответствии с "Аннотированным каталогом круглоротых и рыб континентальных вод России" [188], являющийся наиболее полным обобщением современных представлений о фауне круглоротых и рыб континентальных вод России. В сводке приведены также несколько видов, которые до настоящего времени в территориальных водах Дагестана не обнаружены, вернее было-бы сказать, что их здесь никто не искал. Высокая вероятность возможного обнаружения здесь этих видов определяется характером границ их выявленных ареалов, резко прерывающихся на южной или северной границах Дагестана.

В прибрежной зоне моря у побережья Дагестана наиболее богатый видовой состав ихтиофауны отмечается в самой северной зоне, в зоне Кизлярского залива, и узкой опресненной зоне, в районах впадения Терека, Сулака и Самура, но и в этом случае по мере продвижения на юг видовое разнообразие ихтиофауны обедняется, снижается оно и в шельфовой мелководной зоне.

Дагестанское побережье Каспийского моря является зоной смешения опресненных вод, идущих на юг, с солеными водами Среднего Каспия, что способствовало формированию здесь эвригалинной и эвритемной ихтиофауны. В этой части моря уживаются представители арктической ихтиофауны (кумжа, белорыбица) и теплолюбивые средиземноморские

вселенцы (атерина, игла-рыба), рыбы морской реликтовой (тюлька, сельдь) и генеративно-пресноводной фауны (осетровые, карповые, окуневые). Большое влияние на формирование современного облика ихтиофауны Каспия в районе дагестанского побережья сыграло смещение миграционных путей и пастбищных полей рыб в западную часть Северного Каспия, которое произошло в 30-е годы XX века в период резкого падения уровня Каспийского моря.

По промысловому значению рыб Среднего Каспия можно разделить на три условные группы. В первую мы относим тех, которые имеют основное промысловое значение и включают всех осетровых, имевшие когда-то в Дагестане в официальных уловах важное промысловое значение, ряд карповых (сазан, лещ, сом, вобла, красноперка, линь), окунеобразных и сельдевых; во вторую - имеющие второстепенное промысловое значение кутум, рыбец, жерех, усач, карась, вобла и др., составляющих в промысловых уловах не более 0,01% , в третью, практически всех остальных видов, не имеющих и не имевших ранее промыслового значения. Кроме того, за последние 30-35 лет к основным промысловым рыбам можно было отнести береговую кильку, которая, начиная с 1960 г., устойчиво занимала ведущее место в морских уловах - до 95-96%, а также каспийскую сельдь (несколько подвидов), когда-то (до 1950 г.) имевшие большое промысловое значение и уловы которых составляли 60-70 % от общих уловов рыб.

В то же время, все эти виды рыб можно разделить на отдельные биологические группы. Так, в соответствии с зоной обитания - на морские, пресноводные, солоноватоводные; на проходные, полупроходные и туводные.

По приуроченности к характерным экологическим зонам водоема пелагических, бентических, литоральных.

По способности переносить колебания температуры - на эвритермных и stenотермных. По отношению к солености - на эвригалинных и стеногалинных. По периодам (сезонам) размножения - с весенне-летним и

осенне-зимним нерестом. По характеру нерестового субстрата - фитофилы, литофилы. По требованиям к экологическим условиям, необходимым для нереста, всех исследованных рыб мы разделили на три группы: нерест у которых ранний, кратковременный (10-15 дней) и происходит при низкой температуре (5-10° С); нерест поздний (май-июль), растянутый (40-90 дней) и происходящий при более высоких температурах (18-20° С) и занимающих промежуточное положение между первыми и вторыми группами.

По степени зависимости нереста от паводкового режима на три группы: - нерест не зависит от хода паводка; успешность нереста зависит от хода паводка; успешность нереста зависит от времени начала и продолжительности паводка; нерест происходит позднее, когда нерестилища уже залиты и меньше зависят от хода паводка.

По реакции к прочим факторам водной среды также мы отнесли к 3-м группам: требовательные к содержанию кислорода, проточности вод; не требовательные к содержанию кислорода, проточности воды и прочим факторам водной среды; занимающие промежуточное положение.

По типу икрометания все изученные виды рыб мы отнесли к трем группам: с единственным типом икрометания и синхронным развитием половых продуктов; с порционным икрометанием и асинхронным ростом овоцитов; так называемые "переходные" формы, у которых изменяются как тип икрометания (единовременный или порционный), так и характер роста овоцитов (равномерный или неравномерный).

Как правило, рыбы имеют наружное оплодотворение, рыбы мечут икру, обычно довольно мелкую и в больших количествах. Число икринок, в среднем составляет несколько тысяч, но сильно варьирует у разных видов - от 10-30 штук до нескольких миллионов (у осетровых). Из икры вылупляются вполне сформировавшиеся мальки, способные к плаванию и питанию зоопланктоном и мейобентосом.

Отдельные виды рыб, тем не менее, имеют довольно причудливые формы размножения и защиты потомства. Наиболее известны проходные

рыбы, меняющие ради размножения среду обитания. Лососевые и осетровые во взрослом состоянии живут в морях, а нерестятся в реках (где и произошли), и молодь их, приспособленная к пресноводной осморегуляции, некоторое время держится в реках и по мере роста спускаются в море.

Среди зоологов наиболее популярны представления о двух первичных стратегиях, соответствующих результатам r - и K отбора. K -отбор назван так в соответствии с константой уравнения логистической функции, обозначающей плотность насыщения.

K -стратегия распространена как способ выживания в стабильных условиях. Представители стратегии достигают часто больших размеров, живут долго. Имеют, как правило, относительно небольшое потомство, о котором старательно заботятся. Однако, резкие изменения в окружающих условиях крайне отрицательно сказываются на популяции. Некоторые группы рыб перешли к явной K -стратегии, главным образом путем живорождения. При этом оплодотворение внутреннее, число потомков гораздо меньше, но сами они в момент выхода в воду крупнее и жизнеспособнее. Наиболее известный пример – живородящие аквариумные рыбки *Peciliidae* (гуппи и прочие пецилии).

Альтернативный r -отбор действует в системах, где селективное преимущество получают популяции с высокой скоростью роста, вкладывающие максимум энергии в размножение. Она характерна для видов, постоянно живущих в нестабильных условиях. Основные признаки r -стратегии это устоявшийся генотип, высокая смертность, многочисленное потомство, отсутствие ухода за потомством или строительство «гнезд» для икрометания, высокая степень конформности к изменению окружающей среды. Но, в стабильно нестабильных условиях r -стратегия считается единственно возможным способом выживания.

Большая или меньшая принадлежность популяции к той или иной стратегии выявляется при сравнительном анализе. Несовершенство этой классификации проявляется в том, что в отношении ряда популяций

наблюдается парадоксальная ситуация, когда по одним признакам они могут быть отнесены к крайним r-стратегам, а по другим - к K-стратегам [189]. По справедливому мнению Э.Пианки (1981) в природе преобладают организмы с переходными между r- и K – типами стратегий. У таких организмов намечается некоторый компромисс между полярными составляющими трейдоффа, однако, не существуют организмов со стратегией, включающей целиком синдромы K – и r – стратегов.

Когда при неблагоприятных природных факторах воспроизводство в течение длительного периода затруднено, селективное преимущество получают медленно растущие, поздно созревающие и долго живущие рыбы. Они имеют больше шансов дожить до улучшения условий для воспроизводства и оставить потомство. Считается, что малочисленность долгоживущих особей в составе стада будет затруднять выход его из депрессии. В таких условиях усиливается действие K-отбора.

Жизненная стратегия ряда видов является исключительно успешной, судя по тому, что данный они могут демонстрировать все признаки биологического прогресса, как его определяет С.А.Северцов [190]. Они характеризуется исключительно высокой численностью и обширным ареалом, часто зврибионты и эврифаги.

Особенности роста, размерно-возрастной состав, возраст начала размножения, и ряд других признаков популяции входят в систему адаптации, определяющих стратегию её жизненного цикла. Стирнс [191] определяет стратегию как совокупность взаимно адаптированных характеристик, созданных естественным отбором для решения определённых экологических задач. С динамическими популяций иными параметрами связан энергетический бюджет особи, т.е. распределение поступающей энергии между поддержанием соматических тканей, ростом и размножением [189, 192]. Увеличение вклада энергии в какой-либо процесс приводит к перераспределению энергии по всем составляющим энергобюджета. Термин «стратегия» - антропоморфный по своему происхождению, однако он

подучил широкое распространение в исследованиях жизненных циклов. Его преимущество заключается в том, что он отражает некоторую целостность и направленность системы адаптаций (<http://earthpapers.net/rost-ryb-i-strategii-ih-zhiznennyh-tsiklov-1#ixzz3dhiwPaJh>).

6.1. Уязвимые виды Среднего Каспия и их жизненные стратегии

Класс миноги - ephalaspidomorphi(petromyzontes)

Считается, что круглоротые и рыбы произошли от общих предков досилурийской группы примитивных позвоночных, не обнаруженных еще в палеонтологическом материале. Одна ветвь, давшая начало щитковым и круглоротым, пошла по пути развития эндодермических жаберных мешков, жаберного скелета в виде сложной поверхностно расположенной решетки, сосущего рта, лишённого челюстей и т.д. Эволюция другой ветви, приведшей к рыбам, шла по пути развития эктодермических жабр, расчленения жаберных дуг и превращения передних из них в челюсти хватательного типа, прогрессивного развития головного мозга и органов чувств, образования парных плавников.

Круглоротые являются единственными современными представителями древнейшей группы бесчелюстных позвоночных, известных по ископаемым остаткам, начиная с древнего силура. Предки их были широко распространены в девонский период и полностью вымерли к концу девона, будучи замещены более совершенными челюстноротыми рыбами. Только одна ветвь бесчелюстных - представители современных круглоротых - сохранились до настоящего времени благодаря приспособлению к полупаразитическому образу жизни и питанию кровью своих жертв. Специализация современных круглоротых выражается в приобретении ими роговых зубцов на их сосущем аппарате. В ископаемом состоянии круглоротые, относящиеся к современным отрядам, неизвестны [193, 194]. Это наиболее древние из известных черепных позвоночных. Тело

голое, червеобразное, костный скелет отсутствует. Скелет хрящевой и перепончатый, тела позвонков отсутствуют. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Парных плавников нет. Рот в виде присасывательной воронки, с множеством роговых образований ("зубов"), сидящими на челюстных пластинках, присоске и языке. На темени имеется светочувствительный древнейший орган - "третий" глаз. Одно, непарное ротовое отверстие впереди глаз. Форма и количество зубов являются основным таксономическим признаком. Развитие происходит с метаморфозом: личинка миноги - пескоройка (*Ammocoetes*) сильно отличается от взрослой формы.

Каспийская минога (*Caspiomyzon wagneri* Kessler, 1870). В Дагестане известен только один представитель этой группы. Ранее всегда считалась ценной промысловой рыбой, отличающаяся высокими вкусовыми качествами. Добыча ее постепенно снижалась с начала века. В 1936-1941 г.г. уловы миноги колебались от 100 до 530 т и, в среднем, составляли 350 т [194]. В настоящее время промыслом не учитывается. В реках Дагестана всегда ловились в небольших количествах. Основной причиной снижения численности считается нарушение условий и доступа к местам нереста, что связано с постройкой плотин на р. Терек (Каргалинская плотина и Тер-Кумской) и р. Самур (Самур-Дивиченский канал), а также обмелением многочисленных мелких рек впадающих в море.

Длина тела колеблется от 29 до 46 см, масса от 35 до 135 г [162]. Распространена по всему морю. Проходная рыба, кормится в море, а для размножения входит в впадающие в него реки.

В период с ноября по февраль входит для нереста в р. Терек, р. Самур и ряд мелких речек, втекающих в Средний Каспий. Размножаются на песчаных и галечных грунтах с хорошей проточностью воды.

Популяционно-видовая стратегия ближе к r-стратегам. Из признаков K-стратегов для откладки икры строит «гнезда» из икры выходят личинки (пескоройки), стадия которых продолжается до 3-4-х лет. Личинки зарываются в грунт и питаются детритом и микроскопическими

организмами, втягиваемыми через ротовое отверстие с током воды. В качестве r-стратегов имеют высокую относительную плодовитость – от 15 до 35 тыс. икринок, размножение идет с большой затратой энергии и вещества, взрослые гибнут после откладки икры (энергия и вещество целиком распределяется между всеми потомками), в благоприятных условиях расселяются широко и в больших количествах, отсутствуют плотно регулирующие механизмы численности.

Вид, численность которого сокращается, случаи поимки миноги в море чрезвычайно редки. Эндемик Каспия, внесен в «Красную книгу РФ» [195] и «Красную книгу Дагестана» [196] по 2-й категории, включена в список редких рыб Европы, как вид численность которой сокращается.

Класс костные рыбы (osteichthyes)

Рыбы произошли от другого ствола позвоночных - челюстноротых, характеризующихся активным движением при помощи парных конечностей и активным питанием путем захвата добычи кусающимися челюстями. Челюстноротые послужили родоначальной группой для всех видов рыб и наземных позвоночных. Самые ранние остатки рыб известны с верхнего силура. Причем, первые силурские рыбы были пресноводными и известны, только из дельтовых отложений. Возникнув в силуре, рыбы дали первую вспышку формообразования в девоне. Уже в нижнем девоне появляются многочисленные рыбы, принадлежащие к разнообразным группам. С этого периода наблюдается все увеличивающееся относительное количество морских рыб и уменьшение процента пресноводных. В каменноугольном периоде большинство возникших в начале девона и силуре групп вымирает. Следующая эпоха начала появления новых отрядов, куда относится большинство современных групп рыб - триас. Особой интенсивностью развития новых отрядов отличались мел и третичный период [193].

Согласно современной систематике рыб (Pisces) делят на несколько самостоятельных классов, из которых в Среднем Каспии встречаются только

представители класса костных рыб.

Отряд осетрообразные – Acipenseriformes Berg, 1940

Представлены древней группой рыб, ископаемые остатки которой известны с нижнеюрского периода. Осевой скелет их составляет упругое неокостеневшее образование - хорда, внутренний скелет - хрящевой. Тела позвонков отсутствуют.

Дагестанская акватория Каспия включает представителей только 1 семейства - осетровые (Acipenseridae, Bonaparte, 1832) и одного рода - осетры (Acipenser Linnaeus, 1758).

Проходные, полупроходные и пресноводные рыбы, населяющие водоемы Европы, Северной Азии и Северной Америки. Биология осетровых имеет много общего, что позволяет охарактеризовать их в пределах всего семейства [197]. Это рыбы с длинным жизненным циклом, многовозрастной структурой стада. Так, белуга живет до 100 и более лет, осетр - до 50, севрюга - до 30, а стерлядь - до 20-22 лет. Кроме стерляди, все они до достижения половой зрелости живут в море и заходят в реки только по достижению половой зрелости. Размножаются в теплое время года, в былые времена, поднимаясь за тысячи километров от устьев рек. В нересте принимает участие большое число производителей, которые откладывают икру в русле рек на галечных или галечно-песчаных грунтах, на участках с быстрым течением. Осетровые (кроме стерляди) поздно созревают. Самцы проходных осетровых Каспия достигают половой зрелости в 10-14 лет, а самки в 12-18 лет. Одна и та же рыба может в течение жизни размножаться несколько раз, но не ежегодно - через три, пять, а иногда и больше лет [187]. Он же отмечает три основных периода в жизни осетровых - период ската личинок и мальков из рек в море, наиболее долгий (морской) период нагула и роста, продолжающийся до наступления половой зрелости и возобновляющийся после каждого очередного икрометания и третий период, непосредственно связанный с размножением - нерестовая концентрация рыб

в предустьевом морском пространстве, миграция осетровых в несретовые реки и обратная миграция отнерестившихся рыб из рек в море.

Осетровые довольно эффективно используют кормовые ресурсы водоемов и очень быстро растут. Обитающие в одном и том же водоеме осетровые по характеру питания как бы дополняют друг друга. Например, белуга в основном хищник, осетр, главным образом, моллюскоед, а севрюга отдает предпочтение червям и ракообразным. Для проходных видов осетровых присуща сложная популяционная дифференциация, выражающаяся в наличие у них "озимых" и "яровых" групп или форм. "Озимые" заходят в реки в конце лета и осенью, зимуют в них и нерестятся весной следующего года. "Яровые" идут на нерест ранней весной с готовыми к воспроизводству половыми продуктами и размножаются в конце весны-начале лета.

Согласно исследованиям Г.А. Амирханова в реки Дагестана заходят обособленные стада осетра и севрюги, приуроченные своим нерестом к отдельным речным бассейнам. Биологическое значение такой дифференциации, видимо, заключается в максимально полном использовании имеющихся нерестилищ. Осетровые являются главными объектами промысла в Каспийском море. Наличие обширных высококормных морских пастбищ и огромного нерестового ареала на всех наиболее крупных реках, впадающих в море, сформировало здесь самое мощное в мире стадо осетровых. Промысловые уловы их здесь составляли в различные исторические отрезки времени 85-95 % их мировой добычи. В начале столетия (1913 г.) общий улов осетровых в водах Дагестана составляли до 4 тысяч т. Средний вылов осетровых в 1970-1990 гг. составил всего 76,1 т, с колебаниями от 20 до 90 т. Запасы осетровых на Каспии во многом определяются интенсивность и стратегией их промысла. Особенно губителен для них одновременный морской и речной промысел, что привело в начале нашего века, а потом в 1930 -х годах к резкому снижению их стада, определившая период самых минимальных показателей уловов осетровых за

всю историю каспийского рыболовства.

Как отмечалось выше, в настоящее время дагестанские популяции осетровых, в частности терские и сулакские маточные стада белуги, осетра, севрюги, шипа практически полностью исчезли в результате отрыва их от нерестовых галечных грунтов. Восстановление и формирование промысловых запасов каспийских осетровых сейчас целиком зависит от масштабов и эффективности искусственного возобновления, что должно быть положено в основу распределения квот вылова для каждой из прикаспийских стран.

В условиях Среднего Каспия из 16 известных видов еще встречаются 5 видов, все популяции которых можно считать уязвимыми.

По жизненной стратегии всех видов осетровых Среднего Каспия можно отнести к типам, которым больше характерны признаки К – стратегов, чем r-стратегов. Из признаков К–стратегов для всех представителей осетровых можно назвать позднее наступление половой зрелости (9-18 лет), привязаны к постоянным территориям нереста и акваториям нагула, размножение идет с относительно малыми затратами энергии, большая часть которой расходуется на вегетативный рост. Как правило, все они имеют крупные размеры тела и большую продолжительность жизни. В качестве признаков r-стратегов характерна высокая плодовитость – от 140 до 3000 тыс. икринок, но размножаются не каждый год.

Русский осетр (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833). Вторая по величине рыба Каспийского моря. Максимальная длина может достигать до 2,3 м. В Каспийском море распространен повсеместно, хотя обычно не выходит за пределы глубин 60-70 м. Проходная рыба, возможно, что ранее в р. Терек встречалась и постоянно живущая в пресной воде форма. Уже с 1992 г., по данным лаборатории ихтиологии (ПИБР ДНЦ РАН), происходит омоложение и измельчение осетра. Предельный возраст рыб в настоящее время не превышает 50-55 лет [185]. Половой зрелости достигают в возрасте 10-15 лет. В настоящее время реки Дагестана полностью потеряли свое

значение для воспроизводства в связи с их зарегулированием или обмелением. Еще в 1993 г. в реке Сулак для рыбоводных целей было с трудом добыто 3 экз. производителей осетра. Вид включен в Красную книгу МСОП.

Персидский осетр (*Acipenser persicus* Borodin, 1897). Согласно ряда авторов [162] в Каспийском море встречаются несколько морфологически и географически обособленных форм осетра, которые в настоящее время (вместе с колхидским осетром) восстановлены в самостоятельный вид - персидский (куринский) осетр. Персидский осетр встречается по всему морю, но преимущественно в водах южной части моря. Длина рыб на морских пастбищах в среднем составляет около 85 см, при массе 24 кг. Проходная рыба, которая редко заходила на нерест в рр. Сулак и Терек и довольно часто встречалась в р. Самур. Половозрелость самцов наступает в 7-8 лет, а самки – в 19-10-летнем возрасте. Персидский осетр характеризуется большими размерами и более быстрым ростом, чем русский [169], но, в целом плодовитость персидского осетра ниже, чем у русского [138]. Вид включен в Красную книгу МСОП.

Шип (*Acipenser nudiiventris* Lovetsky, 1828). От всех других осетров отличается тем, что имеет крупную первую «жучку» и нижняя губа у него не прервана. Проходная рыба, которая держится преимущественно в Среднем и Южном Каспии. Половозрелыми самцы становятся в 6-9 лет, самки - в 12 - 14 лет, максимально известный возраст – 32 года, достигают абсолютной длины до 220 см и массы 80 кг [197]. Может иметь пресноводную речную форму, что представляет интерес для искусственного разведения и гибридизации с другими видами осетровых. Единично встречался в р. Терек, сведения о заходе шипа в рр. Сулак и Самур отсутствуют, однако редко встречаются в примыкающей к территории дагестана акватории моря. Вид включен в Красную книгу МСОП и «Красную книгу РФ» [195] по 1-й категории.

Севрюга (*Acipenser stellatus* Pallas, 1771). Наиболее многочисленное стадо населяет акваторию Каспийского моря, в настоящее время доминирует

по численности среди морских осетровых. Представлена двумя формами: северокаспийской и южнокаспийской, отличающимися по ряду биологических признаков [143]. Максимальные особи достигают размеров до 250 см и массы 68 кг. Встречается по всему побережью дагестанской акватории моря, область распространения в значительной мере совпадает с ареалом осетра. В зависимости от сезона года образует значительные концентрации в диапазоне глубин от 10 до 50 м. Наиболее значительные из них во все сезоны приходятся на прибрежные воды района поселка Сулак [185]. Средняя плодовитость - 170 тыс., максимальная до 350 тыс. икринок [160, 176, 187]. В 80-е годы в морской акватории, прилегающей к Дагестану, нагуливалась севрюга в возрасте от 1 до 26 лет. Средняя длина самок составляла 113 см, а масса - 8,3 кг. Длина самцов составляла в среднем 106 см, а масса в среднем 6,3 кг. В 90-е годы средний возраст самок упал с 12,8 до 11 лет, самцов - с 11,8 до 9,4 лет. Вид внесен в Красную книгу МСОП.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758). Самый мелкий, но наиболее широко распространенный вид рода осетров. Максимальные размеры не превышают 80 см. Стерлядь - речная рыба и в Среднем Каспии иногда в единичных экземплярах фиксируется в устье реки Терек. Половозрелыми самцы становятся в возрасте 4-5 лет, самки - в 5-9 лет. Помимо большого промыслового значения представляет интерес для искусственного разведения и гибридизации с другими видами осетровых, гибриды которых используются для прудового выращивания. Вид включен в Красную книгу МСОП, многие популяции занесены в "Красную книгу РФ" [195].

Белуга (*Huso huso* Linnaeus, 1758). Одна из самых крупных рыб мировой фауны, наиболее крупный обитатель бассейнов Каспийского, Черного и Азовского морей. Отдельные ее каспийские экземпляры достигали до 1,5 т массы и до 6, есть сведения и об экземплярах до 9 м длины. Наиболее многочисленное стадо белуги сохранилось Каспийском море. В акватории моря, прилегающей к Дагестану, белуга встречается повсеместно, хотя и

очень рассеянно. Белуга не образует массовых скоплений у дна, так как ведет в основном пелагический образ жизни. Предельный возраст рыб в настоящее время не превышает 50-55 лет [185]. Качественная структура популяции белуги в море по сравнению с предыдущими годами не претерпела значительных изменений. Размеры рыб колебались от 43 до 319 см, масса - от 3,9 до 213 кг. Основную часть уловов (63%) составляют особи массой около 56 кг. Проходная рыба. Из трех рек Дагестана белуга в небольшом количестве заходила только в Терек, где нерестилась на временно затопляемых нерестилищах [163]. Из-за обмеления Аграханского залива ход белуги в Терек в дальнейшем наблюдался лишь при наличии особо благоприятных гидрологических условий [198]. По данным М.И.Амирханова [187], ежегодно в терек заходило от 200 до 400 голов белуги. Ходовые особи встречались в низовьях реки весной (март-май) и осенью (сентябрь-октябрь). В последние десятилетия нереста белуги в р. Терек не отмечено. По данным Н.Я. Бабушкина [198] половая зрелость каспийской белуги наступает у самцов в 10-15 лет, а у самок - в 15-20 лет. Плодовитость варьирует от 220 до 2800 тыс. икринок, у очень крупных рыб - до 7700 тыс. икринок [163]. После зарегулирования стока рек белуга в основном воспроизводится искусственно. Вид включен в Красную книгу МСОП.

Отряд сельдеобразные - Clupeiformes Bleeker, 1859

Отряд включает целый ряд подотрядов, весьма разнообразных по морфологии и биологии [193]. Среди сельдеобразных есть морские, пресноводные и проходные рыбы. Сельдеобразные считаются исходной группой для всех остальных костистых рыб [143, 193]. В Каспии два рода - *Clupeonella* (тюльки, кильки) и *Alosa* (собственно сельди).

Род алозы (*Alosa* Linck, 1790) один из наиболее сложных в систематическом отношении рыб Каспия. В Каспийском море по различным данным насчитывают от 2 до 5-6 полиморфных видов с их многочисленными подвидами [163, 185, 188, 193].

Большинство всю жизнь проводят в море и относятся к морскому фаунистическому комплексу. Среди всех представителей рода в условиях Среднего Каспия наибольшую уязвимость показывает Каспийская проходная сельдь, образующая два подвида – черноспинку (*A. k. kessleri* Grimm, 1887) и волжскую многотычинковую сельдь (*A. k. volgensis* Berg, 1913).

Каспийская проходная (кесслероваская) сельдь (*Alosa kessleri* Grimm, 1887). Самая крупная из каспийских сельдей. Абсолютная длина тела 50-52 см, масса до 1800-2000г. Средняя длина половозрелых нерестовых рыб 34 см, с колебаниями от 31 до 40 см, масса 350-600г. Проходная рыба, основная масса для икрометания идет в Волгу. Зимует в Южном Каспии. Самая плодовитая из всех сельдей Каспия, средняя плодовитость 218 тыс. икринок. После нереста часть рыбы гибнет, нерестится до трех раз в жизни. Единично заходит в низовья р. Терек [143, 163, 199]. С 50-60-х годов отмечается резкое снижение ее запасов, что связывается с нарушением условий воспроизводства сельди на Волге [163].

Как и у всех виды сельдевых, по популяционно-видовой стратегии кесслеровская сельдь типичный r-стратег. Небольшие размеры тела половозрелости достигают в 3-6 лет, самая плодовитая из всех сельдей Каспия, средняя плодовитость до 344 тыс. икринок, расселены широко, размножение идет с большой потерей энергии и вещества, при котором часть особей гибнет.

Отряд Лососеобразные – Salmoniformes

Семейство Лососевые - Salmonidae Rafinesque, 1815

Ценные промысловые виды. В 1945 г. по Дагестану было выловлено 10 т., а в 1950 г - 200 т лососевых. Чрезвычайно пластичные виды, легко изменяющие образ жизни, внешний вид, окраску в зависимости от внешних условий. Например, один и тот же вид представлен в Дагестане тремя формами - ручьевой, эйзенамской форелью и собственно каспийской лососью или кумжой. В настоящее время установлена генетическая близость лососей Каспийского моря к европейскому *Salmo trutta* Linnaeus, обитателю

Балтийского и белого морей - кумовею, и четкое отличие от вида *Salmo salar* атлантического лосося [194]. Вместе с ней следует рассматривать и ее морфу ручьевую форель, обитающую в одних и тех же участках рек, куда заходят или заходили проходные особи этого вида. Е.А.Дорофеева [200] выделила в бассейне Каспия два подвида кумовеи-куринскую кумжу (*Salmo trutta caspius kessler*) и кумжу других рек (*Salmo trutta ciscaucasicus* Dorofeeva).

Кумжа (*Salmo trutta* Linnaeus, 1758), представлен в виде п/в предкавказская кумжа - *Salmo trutta ciscaucasicus* Dorofeeva, 1967 и ее формы - ручьевой форель - *Salmo trutta ciscaucasicus* morpha fario.

По дагестанской акватории наиболее крупные особи характерны для куриной лосося – *Salmo trutta caspius* Kessler, представляющий самый крупный вид рода *Salmo*. Масса отдельных особей куриной стада достигала 51 кг [193].

Проходная рыба, в море обитает по всему западному побережью в пределах 40-50 метровой изобаты. До зарегулирования стока Терека и Самура лосось нерестилась в верхнем течении этих рек. Ход кумжи в Терек обнаруживается в очень широком температурном диапазоне и охватывает почти круглый год, прерываясь только в летние периоды. Часть особей после размножения гибнет, часть скатывается обратно в море и может участвовать в размножении повторно.

В стадах каспийской кумжи имеются сезонные формы, именуемые по Л.С.Бергу "озимыми" и "яровыми". "Озимые" или настоящие ("жировые") лосося идут в реки задолго до нереста и проводят в реке почти год, половые железы их далеки от зрелости, а "яровые" формы или, так называемые лохи, мигрируют в реки незадолго до размножения (за 1-2 месяца) с гонадами, близкими к икрометанию. Половая зрелость наступает в возрасте 4 - 7 лет. Средняя плодовитость 9,5 тыс. икринок. В популяции терской кумжи, как и по всему ареалу, вообще, отмечено наиболее резкое преобладание самок, в составе которой количество самцов не превышает 5,5 %, а в отдельных случаях даже близка или равна к нулю. Продолжительность жизни 10 лет,

основу нерестовой популяции составляют особи 3-4, в отдельные годы 5 лет [185]. Во второй половине прошлого столетия ежегодные уловы лосося в Тереке составляли 8-17 тыс. штук или 120-560 ц, к концу века уловы достигли 26 тыс. штук. В приморских государственных морских водах в 1985-1897 гг. вылавливалось от 230 до 480 ц лосося. Численность лосося сохранялась на весьма высоком уровне вплоть до 1950-51 гг., уловы их в притерском районе Каспия составляли 1300 - 1900 ц.

Резкое сокращение запасов лосося связано с нарушением условий его естественного размножения. С постройкой плотин Каргалинского, Павлодольского и Мало-Кабардинского гидроузлов на Тереке и Самур-Девичинского на Самуре естественное воспроизводство этой рыбы в реках Дагестана прекратилось. Несмотря на попытки искусственного разведения, запасы терского лосося находятся на грани полного истощения, а самурская популяция полностью исчезла [177]. Определенная роль в поддержании популяции до развала единой рыбохозяйственной системы страны принадлежала Майскому рыбноводному заводу, выпускавшего в естественные водоемы 30-50 тыс. годовиков и двухлеток. Однако, значительная часть выращиваемой молодежи развивалась не по проходному, а по жилному типу, превращаясь в жилую форель, что дает кумжу биологически нетехнологичной для рыбоводства. С ухудшением условий обитания, происходят существенные изменения не только в численности, но и в биологической характеристике всех форм каспийской кумжи - он стал мельче, с более коротким речным периодом жизни, меньшим предельным возрастом, более ранним периодом наступления половой зрелости и т.д. Средняя длина терского лосося за 20 лет уменьшилась на 6,63 см, масса - на 1,06 кг [185].

Вид включен в "Красную книгу РФ" [195] по категории 1.

По признакам популяционно-видовой стратегии, занимает промежуточное положение между r- и K-стратегиями. В качестве K-стратегов: для откладки икры строит «гнезда» и часть периода нереста

охраняют икру, плодовитость не высокая - не более 10 тыс. икринок; икра относительно крупная; высокую устойчивость вида определяет наличие морфы - ручьевого форели. В качестве r –стратегов: размножение идет с большой затратой энергии и вещества; средняя продолжительность жизни небольшая; размеры тела средние, а у морф мелкие.

Морфой каспийского лосося является ручьевая форель- *Salmo trutta ciscaucasicus morpha fario*, пресноводная рыба длиной от 15 до 40 см., массой от 100 до 800 гр. [163]. Половое созревание наступает на 2-3 году жизни. Продолжительность жизни 7-8 лет, основное стадо составляют особи 2-4 года. Плодовитость колеблется от 0,6 до 2,5 тыс. икринок [163]. В Дагестане населяют реки и притоки Андийского, Аварского и Кара-Койсу, Самура и речки системы Кара-су. Интересно, что в отличие от морской формы (кумжи) во всех этих речках независимо от места и времени лова форель была представлена исключительно самцами, самки попадались единично.

Семейство сиговые – Coreonidae

Белорыбица или нельма (*Stenodus leucichthys* Guldenstadt, 1772).

Рыба довольно крупных размеров со средней массой 8,8 кг и длиной тела до 90 см. Самцы несколько меньше самок. Проходная, холодолюбивая рыба живет и нагуливается преимущественно у побережья Азербайджана, на глубинах от 10 (осенью и ранней весной) до 50 м (летом). В осенний период начинается затяжная миграция из различных районов Каспия к устью Волги. Начиная с октября и до февраля начинает попадаться по дагестанскому побережью. Есть сведения о заходе единичных экземпляров в р. Терек.

Половозрелость у белорыбицы наступает в возрасте 5 лет, когда впервые нерестуют 23 % самцов и 3 % самок. Основная масса рыб созревает в 6 лет. В течение жизни размножается обычно 2 раза с интервалом 2 года. Икрометание единовременное, икра мелкая, средняя плодовитость 250,5 тыс. икринок (до 420 тыс.) [194, 199].

Уловы белорыбицы начали закономерно снижаться с 40-х (3,4 - тыс.ц) по 80-е годы (0 - 0,1 тыс.ц.) [163, 185]. Последнее, помимо прочих причин, во

многим определялось изменениями гидрологического режима Волги и уменьшением, а позднее и потерей естественных нерестилищ. Естественное воспроизводство белорыбицы в настоящее время почти отсутствует. Численность стада поддерживается за счет искусственного разведения. В 1961-1980 г.г. рыбзаводы дельты Волги выпустили 72,4 млн.экз. покатной молоди, в то же время было учтено 81 тыс. экз. ходовых производителей. В настоящее время в море ежегодно выпускается 50 млн. шт. молоди белорыбицы. С середины 80 гг. белорыбица стала вновь попадаться в невода в значительных количествах, в том числе и в прибрежных водах нашей республики, что свидетельствует об эффективности искусственного воспроизводства.

Популяционно-видовая стратегия ближе к r- стратегам. Из признаков K-стратегов можно назвать только относительно крупные размеры тела. В качестве r-стратегов имеют высокую относительную плодовитость – до 450 тыс. икринок, размножение идет с большой затратой энергии и вещества и размножаются только 2 раза в жизни.

Вид включен в "Красную книгу МСОП" и "Красную книгу РФ" [195] по категории 1.

Отряд угреобразные – anguilliformes

Речной угорь (*Anguilla anguilla* Linaeus, 1758). Относительная крупная рыба с удлинённым, змеевидным, цилиндрическим телом достигающих до 1,5-2,0 м и массы 6 кг. Обыкновенный или речной угорь всегда единичными экземплярами попадались в бассейне Каспийского моря. Некоторые экземпляры попадались в Верхней Волге и ее притоках и иногда доходили до Саратова [138, 139]. В то же время, по мнению Ю.И.Орлова (1966) угорь в значительном количестве проникает сюда по системе р.Урал. За период 1964-1985 гг. в "территориальных водах" Азербайджана было поймано 14 экз.угря. При средней длине тела в 70 см (47-86,5 см) масса составляла в среднем 828 г (112-1360 г). В 1985 г. в Сулакской бухте нами пойман на ставную сеть (28 мм) угорь длиной тела 61 см и весом 750 г и в

1990 г. там же пойман еще один экз. длиной тела 56 см и весом 670 г. Считается, что участвовавшие случаи поимки угря в зоне Каспия связаны с выпуском в бассейн Волги личинок этой рыбы, в частности в оз. Селигер [163].

В отличие от проходных рыб, угри до взрослого состояния живут в пресной воде (от 6 до 8 лет), а для нереста уходят в море и, в этом плане, являются уникальными для наших вод (катодромные мигранты). Нерестилища угря находятся вдали от европейских берегов, в западной части тропических вод Атлантического океана. После икрометания, где выметают более полумиллиона икринок, взрослые особи погибают. Хозяйственного значения в регионе не имеет. Популяционно-видовая стратегия ближе к r-стратегам. Из признаков K –стратегов можно назвать только относительно крупные размеры тела. В качестве r- стратегов имеют высокую относительную плодовитость – более 550 тыс. икринок, размножаются один раз в жизни и идет с большой затратой энергии и вещества. После размножения все особи гибнут.

Отряд карпообразные - cypriniformes Berg, 1940

Исключительно пресноводные рыбы, использующие в специфических условиях Каспийского моря и обширные мелководные опресненные пространства устьевых и слегка солоноватых северных зон моря. В Среднем Каспии наиболее представленное семейство рыб.

Род лещи - Abramis Cuvier, 1816.

Синец (белоглазка) или сопа (*Abramis ballerus* Linnaeus, 1758).

Самый мелкий представитель рода с длиной тела от 13 до 25 см (реже до 30 см), масса 40 - 250 г. [143, 163]. Полупроходная рыба, широко распространенная по всей Европе от Рейна до Урала, в Каспийском море встречается по северной опресненной зоне. В Дагестане обнаруживается в устьевых зонах рек Терека и Кумы, Кизлярском и Аграханском заливах. Биология синца в Дагестане, вследствие его былой крайней

малочисленности, слабо изучена. Половозрелости достигают на 3-м или 4-м году жизни и далее размножается ежегодно. Икра отлаживается на растительность. Плодовитость в среднем 80 тыс. икринок. В уловах встречаются особи до 7 лет.

Типичный r-стратег. Небольшие размеры тела, относительно ранняя половозрелость, относительно высокая плодовитость, при благоприятных условиях быстро и широко расселяются. В последние годы, с конца октября, отмечается массовый вход синца в рыбоходные каналы и озера терской дельтовой системы.

Вид включен в "Красную книгу Республики Дагестан" (2009).

Род усачи(*Barbus Cuvier et Cloquet, 1816*).

Усач булат-маи (Barbus capito capito Guldenstadt, 1773).

Рыбы средних размеров с длиной тела от 38 до 77 см. (мах. 105см.) и массой в 0,8 - 6,9 кг [138]. По Дагестану данных по биологии вида отсутствуют. Обитатель побережья Дагестана, Азербайджана и Ирана и входит во все реки от р. Терека до р. Артек. Проходная рыбы, вне Дагестана встречаются и жилые формы [163].

Предельный возраст 7 лет, половозрелым становится на 4-5 году жизни. Нерест предположительно проходит в мае - июне. Плодовитость до 195 тыс. икринок. Икрометание порционное.

Преимущественно проявляет особенности r- стратегов. Средние размеры тела, относительно ранняя половозрелость, относительно высокая плодовитость, порционное икрометание. Быстро осваивает территории при благоприятных условиях. Вид включен в "Красную книгу Республики Дагестан" [196].

Семейство вьюновые(*Cobitidae swainson, 1839*)

Род шиповки Сабанеева(*Sabanejewia Vladykov, 1929*)

Выделены в качестве самостоятельного рода из рода *Cobitis*.

Достоверно в водах Дагестана обнаружен только один вид. С маленькой долей вероятности можно предполагать наличие еще двух.

Предкавказская шиповка (*Sabanejewia caucasica*, Berg, 1906).

Мелкая рыба длиной 4- 9 см. Эндемик пресных вод России, в Дагестане встречается в бассейнах Кумы, Терека, Сулака и Шура-озень [201, 202]. Населяет преимущественно предгорные и равнинные участки рек и ручьев, встречается в отводных каналах, на глубинах до 1,5 м, на участках с каменистым, песчаным, а также заиленным дном. Нерестится в июле и начале августа [163]. . Вид включен в "Красную книгу Республики Дагестан" [196] и в "Красную книгу РФ" [195] по категории 3 – редкий, слабоизученный вид, распространенный на ограниченной территории. По всем признакам преимущественный r- стратег. Других доступных сведений нет.

Отряд иглообразные - syngnathiformes berg, 1940

Род морские иглы (*Syngnathus* Linnaeus, 1758)

Черноморская пухлощекая рыба-игла (*Syngnathus nigrolineatus* Eichwald, 1831), п/в каспийская рыба-игла (*Syngnathus nigrolineatus caspius* Eichwald, 1831). Рыло вытянуто в трубку. Тело шестигранное, сильно удлинённой формы, покрытое костными кольцами. Брюшных плавников нет, анальный или отсутствует (самцы) или зачаточном состоянии. Длина тела до 25 см, в среднем не превышает 12-14 см, масса до 5 г. Общий тон окраски зеленовато- бурый.

Эвригалинный вид, обитает во всех прибрежных районах моря, низовьях и устьях рек Терек, Сулак, Самур и в мелких реках побережья.

Половозрелыми становятся при длине в 9см. Размножение захватывает период с середины мая по июль. Процесс размножения своеобразен, достаточно сложен, но надежен. После "величавой" процедуры ухаживания самка обвивается вокруг самца и откладывает несколько десятков (до 80) довольно крупных икринок в выводковую, не замкнутую сумку или камеру на нижней хвостовой части самца, за один раз самка может отложить до 20

икринок. Если выводковая камера у самца не заполнена, то он может принять икру от другой самки. За сезон самка может отложить до 3-х порций икры [203]. Самцы вынашивают их всумке до вылупления, где молодь может еще оставаться и прятаться некоторое время. В питании преобладают мелкие планктонные рачки, всасывающиеся через трубчатое рыло словно в пипетку с потоком воды.

Несмотря на мелкие размеры типичный К-стратег. Размножение медленное, энергия и вещество концентрируется в немногих потомках, родитель заботится о потомстве.

Непромысловая, малочисленная рыба, не имеющая существенного значения в функционировании водных экосистем.

Отряд окунеобразные - Perciformes bleeker, 1859

Наиболее многочисленный отряд ныне живущих костистых рыб, включающий более 6 тыс. видов.

Род судаки (*Stizostedion (lucio) perca*) Rafinesque, 1820

Волжский судак (берш) (*Stizostedion volgense* Gmelin, 1788). У взрослых особей на нижней челюсти нет клыков и предкрышки (щеки) полностью покрыты чешуей. Берш значительно меньше, чем судак и максимальные размеры не превышают 45 см и массы 1,4 кг, в среднем достигают 24-26 см при массе 350 - 400 г.

Пресноводная рыба, в Дагестане снижающий численность вид. В настоящее время очень редко встречается в нижнем течении рек Сулака и Терека и их устьях. Оседлый вид, не совершающий миграций большой протяженности. Держится разрозненно, образуя заметные концентрации в период нереста. Половой зрелости достигает в 3-4 года.

Нерестится в апреле-мае на проточной воде при температуре воды 14-15⁰С в гнездах. Отмечено как единовременное, так и порционное икрометание. Нерестится в мелководных местах с песчаным грунтом, где строит «гнезда», в которые откладывает икру на отмытые корневища растений. Самец охраняет икру [204]. Плодовитость колеблется в среднем от

50 до 250 тыс. икринок в зависимости от размеров и условий обитания. Продолжительность жизни – 8-10 лет.

В Дагестане промыслового значения не имеет. Перспективный вид для акклиматизации в водохранилищах, где достигает высокой численности.

Популяционно-видовая стратегия имеет промежуточные характеристики, но все же ближе к r-стратегам. Из признаков K-стратегов можно назвать строительство и охрану «гнезд» и большую привязанность к определенной территории. В качестве r-стратегов имеют высокую относительную плодовитость – более 400 тыс. икринок, размножаются многократно.

Морской судак (*Stizostedion marinum* Cuvier, 1828). Отличается от судака и берша меньшим числом ветвистых лучей в спинном плавнике. Во рту есть клыки. Максимальная длина достигает до 60 см, в среднем не более 34 см и масса 550-600 г (до 2 кг) [163]. Встречается по восточному побережью, по западной прибрежной части моря встречается преимущественно в водах Южного, реже Среднего Каспия, еще реже в дагестанских прибрежных водах. Предпочитает районы с каменистым грунтом. Оседлая придонная рыба, не совершающая больших миграций. Не входит в реки. В зимний период основная масса держится на глубинах 30-50 м, отдельные группы заходят до 100 м, летом подходит к берегам.

Половозрелым становится в 2-3 -летнем возрасте. Нерестится в апреле-мае в береговой зоне на каменистых грунтах. В районе г. Избербаш - на каменистых грядах. Нерест начинается при температуре воды 10-15°C. Плодовитость колеблется от 26,2 до 53,3 тыс. икринок, в среднем 34,1 тыс. икринок. Продолжительность жизни 10-11 лет.

Вид с неясным статусом и плохо изученной биологией. Популяционно-видовая стратегия ближе к r- стратегам.

Семейство бычковые - Gobiidae Bonaparte, 1832

Большое семейство, уступающее по количеству видов в Каспийском

море только карповым. Многочисленность и высокое видовое разнообразие определяют существенную роль бычковых в экосистеме Каспийского моря. Особенно велика их трофическая роль. Как массовые потребители различных видов кормовых организмов (ракообразных, черви, моллюски, мальки и икра других видов рыб) они выступают тем самым в качестве конкурентов для ряда других видов рыб. В то же время, сами являясь прокормителями целого ряда крупных и ценных в промысловом отношении видов рыб и каспийского тюленя, они поддерживают их высокую численность и во многом определяют их пищевую стратегию.

За исключением выделяющегося среди бычков глубоководного бычка, достигающего в длину до 25 см, все бычки обычно мелкие рыбы, не превышающие 16-19 см. Любопытно отметить, что именно среди бычков мы находим самое маленькое позвоночное животное в мире - водящийся на Филиппинских островах бычок пандака (*Pandaka rugosa*), имеющий всего 7,5 - 11,5 мм длины [193].

Каспийские карлики - это обитающий только в Каспии бычок гирканогобиус и бычки рода Книповича не превышающие 20-40 мм [163, 185].

Не все виды бычков Каспия детально изучены и поэтому, в данной характеристике семейства, представляется рациональным рассмотреть некоторые их общие особенности, характерные в той или иной мере каждому отдельному виду. Бычковые обитают во всех районах моря, абсолютное большинство видов семейства не выходят за глубины 50-70 м, предпочитая зону прибрежных мелководий. Бычки - малоподвижные рыбы, места откорма и нереста у прибрежных видов находятся недалеко друг от друга, обитатели приглубинных районов моря в период размножения подходят к берегу [185]. Обычно бычки держатся разреженно, равномерно распределяя пространство дна между собой, отдельными парами или небольшими группами особей. Период нереста большинства видов бычковых дагестанского побережья Каспия укладывается в период с марта по июнь, и лишь у отдельных видов

может продолжаться до сентября [205, 206, 207]. Бычки строят для откладки икры гнезда под камнями, под створками ракушек моллюсков, в углублениях или норах на грунте. Самец, найдя подходящее для гнезда место, очищает его от мусора, вынося соринки во рту. После спаривания с самцом, самка обхаживает и привыкает к гнезду, сглаживает его стенки, на которые плотным одинарным слоем наносится икра. Икринки снабжены на конце пучком липких коротких нитевидных выростов, которыми она приклеивается к стенкам гнезда. Отложив от нескольких сотен - до тысяч икринок самка покидает гнездо. Дальнейшую охрану и вентиляцию гнезда до вылупления личинок осуществляет самец. У большинства видов самцы после размножения гибнут [185]. Продолжительность жизни вообще многих из них один год - от рождения и до размножения - выметав икру, самки умирают естественной смертью, самцы после выведения молоди.

В целом всех представителей семейства бычковых Среднего Каспия по доминирующим характерным особенностям в сравнении с другими представителями класса следует отнести к r-стратегам – мелких видов с быстрым размножением, относительно высокой плодовитостью и коротким периодом генерации, малой продолжительностью жизни, способностью быстро заселять новые территории. Однако, многие из них строят гнезда и определенное время охраняют их.

Род пуголовки - *Benthophilus* Eichwald, 1831

Эндемичный для Каспийского и Черного морей род. Мелкие рыбы до 15 см длиной. Представлены в Среднем Каспии 10 видами:

1. Пуголовка Бэра (*Benthophilus baeri* Kessler, 1877). Длина тела до 6 (самки) – 8 (самцы) см, масса до 5-8 г [143, 163]. Ареал охватывает от юго-восточного побережья о. Тюлений, район о.Чечень [205, 206, 207], устье р. Сулак и далее на юг по всему побережью, предположительно по глубинам до 15м [143, 188].

2. Шипоголовая пуголовка (*Benthophilus ctenolepidus* Kessler, 1877).

Мелкий вид достигающий 3,8 - 6,5 см длины тела и массы 1,2 - 6,7 г [163, 206, 207]. Встречается от о.Чечень и далее к югу [205]. По дагестанскому побережью редок [163]. Биология не изучена.

3. Зернистая пуголовка (*Benthophilus granulatus* Kessler, 1877). Длина тела до 5,6 см, масса - до 4 г. Распространен по всему дагестанскому побережью, может заходить в устья и русла рек. Биология плохо изучена.

4. Пуголовка Гримма (*Benthophilus grimmi* Kessler, 1877). Длина тела от 3,5 до 5,6 см, масса 3-6 г. Немногочисленный, один из наиболее глубоководных видов пуголовок. Обнаруживается по всему дагестанскому побережью на глубинах 60-75 м [143, 163, 206, 207]. Биология плохо изучена. Икрометание происходит в марте - июнь. Плодовитость до 120 икринок [206].

5. Каспийская (большеголовая) пуголовка (*Benthophilus macrocephalus* Pallas, 1787). Средняя длина около 10,3 см [143]. По другим данным длина тела колеблется от 5,8 до 8,9 см, в среднем 7,5 см, масса от 5 до 29 г, в среднем - 15 г, изредка встречаются крупные экземпляры до 13 см и массой до 35 г [163]. Распространен по всему дагестанскому побережью, обнаруживается преимущественно в районе о.Чечень, в устьях и дельте рек Сулака, Терека, Самура [143, 163, 188, 206, 207]. Нерест порционный. Плодовитость высокая от 0,794 до 3,536 тыс. икринок.

6. Азовская пуголовка (*Benthophilus magistri* Pjin, 1927) - п/в *Benthophilus magistri abdurahmanovi* Rachimov, 1978. Длина тела колеблется от 4,8 до 7,3 см, в среднем 6,0 см [163]. Распространен по всей северной части дагестанскому побережью от о. Тюлений и Чечень до г. Махачкалы, может проникать в пресные воды рек Сулака и Терека. Местами может быть многочисленным [163, 188]. Биология не изучена.

7. Пуголовка Махмудбекова (*Benthophilus machmudbejovi* Rachimov, 1976). Длина тела 4,9 - 5,1 см [163]. Обнаружены по северному побережью о.Тюлений и Кизлярском заливе [206, 207]. Биология совершенно не изучена.

8. Шиповатая пуголовка (*Benthophilus spinosus* Kessler, 1877). Длина

тела от 2,4 до 3,2 см, масса от 0,6 до 1,7 г [163]. Морской вид, глубоководный вид, встречающийся по глубинам близкой к 20 м. В реки не заходит. По дагестанскому побережью обнаружен по линии напротив р. Сулак [206, 207].

9. Звездчатая пуголовка (*Benthophilus stellatus* Sauvage, 1874) - п/в *Benthophilus stellatus leobergi* Berg, 1949. Длина тела может достигать до 10,7 см, чаще всего от 4,2 до 8,5 см, масса от 5 до 23 г [143, 163, 205, 206, 208]. Море придерживается опресненных районов северной части дагестанского побережья. В реки, предположительно, не входит. Икру откладывает на подводные предметы. Плодовитость высокая - от 0,672 до 3,420 тыс. икринок. Биология крайне слабо изучена.

10. Пуголовка Световидова (*Benthophilus svetovidovi* Pinchuk et Rachimov, 1979). Размеры двух описанных особей 3,9 и 5,2 см. Предположительно редкий глубоководный вид морской вид, эндемик Каспия. Вид описан по двум экземплярам из средней и южной части Каспийского моря [209].

Род каспиосомы -*Caspiosoma* Пjin, 1927

Эндемичный для Каспийско-Черноморского бассейна род с одним видом.

Каспиосома (*Caspiosoma caspium* Kessler, 1877). Мелкая рыбка длиной от 2,0 до 4,0 см, массой от 0,2 до 1,0 г [143, 163]. Встречается повсеместно вдоль западного побережья Среднего Каспия. Обитатель пресноводной или слабозасоленной зоны. Плодовитость весьма невелика - 20 икринок [163].

Род бычки Книповича - *Knipowitschia* Пjin, 1927

Представлены в Среднем Каспии 3-мя видами.

1. Бычок-бубырь (*Knipowitschia caucasica* Berg, 1916). Мелкие рыбы длиной до 4,0 см, в среднем - 3,1 см [163]. Распространен по всему побережью Каспию и по низовьям всех рек. Наиболее эвригалийная форма

из всех бычков - обитатель совершенно пресных и соленых вод (с соленостью до 50 %). По докладу А.Н. Пробатова обычен и многочислен в озерах нижнего течения Кумы. Предпочитает слабо текучие заросшие водной растительностью водоемы с илистым грунтом, редок по открытым местам.

Половозрелости достигают в 2,2-2,4 см. Нерест с конца апреля по начало июня. Икринки откладывает на растения или раковины мертвых моллюсков [163]. Средняя плодовитость 285 икринок. Биология плохо изучена.

2. Бычок Ильина (*Knipowitschia iljina* Berg, 1931). Длина тела не превышает 4,7 см [143, 163]. В водах Дагестана относительно многочисленный вид. Глубоководный полупеларгический вид, однако встречается и вблизи берегов [163]. Отмечен в районе г. Махачкалы, Турали и р. Самура [205]. Биология изучена крайне слабо.

3. Длиннохвостый бычок Книповича (*Knipowitschia longicaudata* Kessler, 1877). Самцы крупнее самок, длина их тела достигает 5,0 см, самок 3,5 см. Встречаются по всему западному берегу Среднего Каспия [207]. Входит и в пресные воды рек, морских заливов, лиманов, озер по нижним течениям рек. Плодовитость 313-480 икринок [163]. Биология слабо изучена.

Род гирканогобиусы - *Hyrceanogobius* Ljlin, 1928

Эндемичный для Каспийского бассейна род с одним видом.

Бычок Берга или гирканогобиус (*Hyrceanogobius bergi* Ljlin, 1928). Представитель близкий к видам рода *Knipowitschia*, от которых отличается упрощенным устройством чувствительных каналов и пор. Длина тела не превышает 4,5 см [163]. На севере встречается повсеместно, у берегов Дагестана редок. Встречается в прибрежной зоне и, возможно, в устьях рек, полупеларгический вид [206]. Биология плохо изучена. Половой зрелости достигают при длине 2,1-2,2 см. Нерестится в мае, плодовитость 370-410 икринок [143, 163, 207].

Род бычки-мартовики - *Mesogobius* Bleeker, 1874

Серый бычок-мартовик (бычок не последний) (*Mesogobius nonultimus* Пjin, 1936). Длина тела от 6 до 15,1 см, в среднем 10,2 см, масса от 4,2 до 23,3, в среднем 19,2 г [143, 163]. Глубоководный морской, довольно редко встречающийся вид. Обнаруживается по всей береговой зоне Дагестана [205, 206].

Для икрометания подходит к берегам. Половозрелыми становятся в возрасте 2-3 лет. Икрометание единовременное. Плодовитость от 1,047 до 1,544 тыс. икринок [207]. Биология плохо изучена.

Род черноморско-каспийские бычки - *Neogobius* Пjin, 1927

Группа собственно бычков, хорошо известных не только специалистам, но и всем любителям морской рыбалки на Каспии. Представлены 8-мью видами.

1. Глубоководный бычок (*Neogobius bathybius* Kessler, 1877). Один из наиболее крупных бычковых фауны Каспия. Длина тела самцов - от 13 до 25, самок - от 11 до 16 см, масса - от 69 до 165 г, в среднем 124 г [143, 163]. В Среднем Каспии встречается повсеместно [206]. Половозрелость наступает на 2-м году жизни. На нерест подходит к берегам. Икрометание единовременное, средняя плодовитость 962 икринок. Предельный возраст - 4 года.

2. Хвалынский бычок (*Neogobius caspius* Eichwald, 1831). Длина тела: самцов - 6,5 - 13,4 (до 20,2); самок - 11 - 16 (до 13,4) [143, 163]. В Среднем Каспии встречается повсеместно, чаще в ее южной части. Отмечен в море вблизи Кизлярского залива, района о. Чечень. Так же как и глубоководный бычок предпочитает зону с ракушечно-галечным грунтами [206, 207]. В пресные воды не заходит. Икрометание порционное, происходит с мая по июль. Средняя плодовитость около 1000 икринок. Предельный возраст - 4 года. Биология изучена не достаточно.

3. Бычок-песочник (*Neogobius fluviatilis* Pallas, 1814) - п/в каспийский бычок- песочник (*Neogobius fluviatilis pallasii* Berg, 1916).

Длина тела до 16 см, в среднем по западному побережью 7,9 см, масса - 9,5 г [143, 163]. Обитатель морских, солоноватых и пресных вод каспийского побережья Дагестана. Встречается в значительном количестве в устье реки Терека, Сулака, придаточных нижнетерских озерах, морских опресненных заливах (Аграханский, Кизлярский). Предпочитает песчаные, песчанно-илистые грунты. Быстро заселяет вновь образованные при поднятии уровня моря мелкие береговые лагуны.

Половозрелости достигает на втором году жизни. Нерест в мае-июле. Размножается как в пресной, так и в сильно осолоненной воде (район Мертвый Култук). Икрометание порционное. Плодовитость 350-1025 икринок. Живет до 5 лет.

4. Бычок-гонец (*Neogobius gymnotrachelus* Kessler, 1857) - п/в каспийский бычок-гонец (*Neogobius gymnotrachelus macrophthalmus* Kessler, 1877). Мелкий бычок длиной 2,1 - 6,5 см и массой до 3,0 г [143, 163]. Встречается в солоноватых и пресных водах, по всему морскому западному побережью Среднего Каспия, в реки не заходит. Отмечен в море в районе Кизлярского залива, о. Чечень, близ устьев рек Терека и Сулака, где не редок. Включен в последнее издание Международной Красной книги в статусе вида, данных по которому недостаточно (DD)(IUCN Red List..., 1996).

5. Каспийский бычок-головач (*Neogobius iljini* Vasiljeva et Vasiljev, 1996). В настоящее время представляет самостоятельный вид, включающий также и кавказского речного бычка (*N. cephalarges constructor* Nordmann, 1840). Длина тела до 20 см, в среднем 8,6 - 13,5 см, масса до 60 г, в среднем около 30 г [163]. Повсеместно встречается в прибрежных водах Среднего Каспия, в реках и озера нижних течений рек, морских опресненных заливах. В мелких речках Дагестана обнаружен от истоков до устьев. Повсюду немногочислен. Половой зрелости достигает в 2 (самки) - 3 (самцы) года. Нерестится на илисто-галечных грунтах прибрежной зоны моря. Икрометание порционное и приходится на первую и вторую половину мая. Средняя плодовитость - около 1300 икринок.

6. Бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814). Длина до 15 см, масса - 50-60 г. Наиболее многочисленный вид бычковых по всему побережью Среднего Каспия. Обычен в морских опресненных заливах, заходит реки (Волга, Урал), однако в Сулаке и Тереке не обнаружен. Половозрелыми часть популяции становится на 2 и вся популяция на 3 году жизни. Икрометание порционное, плодовитость 550-1300 икринок. После нереста самцы гибнут, самки нерестятся несколько раз. Продолжительность жизни самок до 5 лет. Обычный объект берегового любительского лова.

7. Бычок-ротан (*Neogobius ratan* Nordmann, 1840) - п/в каспийский ротан (*Neogobius ratan goebelii* Kessler, 1874). Длина тела от 12,7 -15,5 до 20,1 см [143, 163]. Обитатель прибрежной зоны Среднего Каспия, донный морской вид, практически не встречающийся в опресненных участках моря и устьях рек. Первые номинативные экземпляры отловлены в районе г. Махачкалы. Редко встречающийся бычок. Биология совершенно не изучена.

8. Бычок-ширман (*Neogobius syrman* Nordmann, 1840). Один из наиболее крупных бычков. Из Каспия известны особи длиной 26,3 и 29,2 см, преобладают особи 11,3 - 19,4 см и массой до 180 г [143, 163, 205, 206, 207]. Солоноватоводный прибрежный донный вид, встречающийся по всему Среднему Каспию, заходит в опресненные и пресные воды. Много вблизи устья Сулака [163]. Включен в последнее издание Международной Красной книги в статусе вида.

Таким образом, среди уязвимых представителей морской ихтиофауны Среднего Каспия, куда мы относили и слабо изученных и биологически редких видов, абсолютное большинство эволюционируют как r-стратеги. Такая стратегия осуществляется видами и популяциями, постоянно живущими в нестабильных условиях, каковыми являются условия Среднего Каспия. За исключением нескольких видов всем им характерна высокая личиночная и мальковая смертность, малая продолжительность жизни, многочисленное потомство, отсутствие ухода за потомством, высокая степень конформности к изменению окружающей среды. В стабильно

нестабильных условиях r-стратегия считается единственно возможным способом выживания. Тогда как, K-стратегия распространена как способ выживания в стабильных условиях. Представители K-стратегии достигают часто больших размеров, живут долго. Имеют, как правило, относительно небольшое потомство, о котором проявляют ту или иную степень заботы. Но они плохо выносят резкие изменения в окружающих условиях. К примеру, представители осетровых (кроме стерляди) принадлежат к числу относительно крупных и долгоживущих видов. Они достигают длины более 2 м и способны прожить от 60 до 100 лет, половое созревание позднее, икрометание не ежегодное. Численность их популяций при естественных условиях, до прямых и губительных воздействий человека, оставалась относительно устойчивой, что характерно для K-стратегов. В то же время, они характеризуется относительно высокой плодовитостью и полным отсутствием внимания к судьбе отложенной икры, что ведет к резкому снижению выживаемости потомства на разных стадиях в первые несколько месяцев жизни.

Антропогенное воздействие на водные экосистемы Каспия в настоящее время стало особенно ощутимым. В связи с этим проблема сохранения биологического разнообразия рыб и их промыслового значения становится крайне актуальной как с правовой, так и с биологической точек зрения. Антропогенные факторы разнообразны по форме, но они всегда имеют не только прямые последствия (массовая гибель икры и рыбы) - они влекут за собой скрытые негативные изменения биологической структуры популяций, которые могут привести к утрате, как отдельных популяций, так и видов в целом. Отдельные виды легко приспосабливаются к новой для них среде, другие не могут и оказываются под угрозой исчезновения. Как отмечает Р. Левонтин [210], вид всегда остается позади, немного не достигая идеальной приспособленности; в конце концов, если вид отстает от изменений среды из-за недостаточного адаптационного потенциала вид деградирует или даже элиминируется. Неустойчивость,

несбалансированность многих антропогенных биоценозов, их неестественно высокий динамизм являются причинами уязвимости видов и выпадения их из состава исторического биоценоза. Исследования показывают, что в результате утраты местообитаний, во-первых, исключается часть фауны, особенно редкие виды с пятнистым распределением и, во-вторых, увеличивается скорость вымирания оставшихся видов из-за уменьшения размеров популяции [211, 212].

Определяя научные основы, принципы и способы сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животного и растительного мира, многочисленные законы, конвенции, соглашения и стратегии указывают на приоритетность популяционного принципа сохранения видового разнообразия, и прежде всего потому, что согласно общепринятому научному понятию именно популяции представляют собой форму существования вида, являются элементарными единицами эволюционного процесса и обладают уникальным генофондом [210, 211, 212, 213, 214]. Необходимо сохранять локальные популяции, внутривидовые формы и подвиды, которые являются носителями уникальных адаптаций вида к конкретным условиям среды. Их уничтожение или нарушение нормальной степени изоляции ведет к разрушению сложившейся в ходе эволюции адаптивной пространственно-генетической структуры вида, утрате уникальных адаптаций. Для поддержания пространственно-генетической структуры вида необходимо сохранение той степени изоляции популяций и форм, которая характерна для ненарушенных природных популяций. Губительны как усиление изоляции популяций и форм, так и разрушение природных барьеров между ними, их искусственное смешивание. Генетическое разнообразие, этологосоциальная, пространственная, возрастная и половая структуры популяции определяют ее устойчивость, способность к адаптации и возможность выживания в изменяющихся условиях среды. Внутривидовое генетическое разнообразие определяет возможности ее адаптации и выживания в изменяющихся

условиях среды, в том числе и при антропогенных воздействиях. Сокращение внутривидового разнообразия снижает возможности популяции адаптироваться к изменениям внешней среды, делает популяцию нестабильной, снижает ее устойчивость [215].

Популяционный принцип должен составлять основу стратегии сохранения редких и находящихся под угрозой исчезновения видов, т. к. только сохранение всей совокупности природных популяций может обеспечить полноценное сохранение вида [215].

Многолетние исследования дифференциации каспийских осетровых рыб разными генетическими методами позволили выявить их сложную популяционную структуру. Каждый из шести видов осетровых, обитающих в Волго-Каспийском бассейне, представляет собой совокупность репродуктивно изолированных популяций, которая достигается либо одновременностью нереста или его экологией, либо географически - использованием для нереста разных рек. Репродуктивная изоляция, достигаемая экологией нереста, имеет место у сезонных рас осетровых. Географическая изоляция репродуктивного процесса имеет место между популяциями русского осетра, севрюги и белуги, нерестящихся в Волге, Урале и реках восточного и южного побережий моря. В каждой из таких популяций достаточно самостоятельно протекают процессы размножения, изменения численности и депрессии [215].

Учитывая огромный потенциал водных ресурсов Прикаспийского региона очевидно одно, что здесь рыбная отрасль, должна стоять в одном ряду с такими ведущими и уже традиционными отраслями экономики как сельское хозяйство, гидроэнергетика, добыча углеводородного сырья. Это наиболее экологически безопасная и в наибольшей степени отвечающая возможностям региона отрасль. Рыбная отрасль, при правильном ее ведении, всегда отличалась высокой рентабельностью. Однако создавшиеся обстоятельства требуют пересмотра всей стратегии восстановления рыбохозяйственной отрасли в регионе. Решение проблемы восстановления

рыбной отрасли прикаспийского региона не имеет перспективы без комплексного государственного подхода за всеми ее составляющими: восстановление (искусственное воспроизводство) рыбных ресурсов, охрана устьевых зон и нерестилищ и оптимизация использования с учетом возможностей переработка и реализация готовой продукции.

При этом вся воспроизводственная нагрузка – включая создание мощных рыборазводных комбинатов на всех дагестанских реках должна лечь на плечи потребителей водных ресурсов, в том числе и на государство Азербайджан, по сути погубившая рыбные ресурсы реки Самур. К примеру, каждая ГЭС, стоящая или строящаяся на наших реках, изначально должна закладывать часть этой прибыли на воспроизводственные цели и эти средства должны быть адекватны конечной цели восстановления рыбных запасов относительно каждого водоема.

Стратегической целью государственной политики в области экологии является создание полноценного механизма взимания с хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих природные ресурсы, платежей и их использование на сохранение и восстановление природной среды, в том числе биоразнообразия [216].

Пример Ирана показывает высочайшую эффективность и экономическую целесообразность такого подхода – если в России в последние годы официальные добычи осетровых не превышали от 20 до 50 т, то Иран и сейчас экспортирует от 80 до 140 т только черной икры на мировые рынки.

В настоящее время для Каспийского бассейна как никогда актуальны две проблемы. Первая сохранение и восстановление биологического разнообразия осетровых видов рыб. Вторая - совершенствование управления рыбным хозяйством бассейна на основе использования правовых и биологических подходов для рациональной эксплуатации промысловых популяций рыб. Стратегическая цель - создание условий для восстановления численности и эксплуатации промыслом всех без исключения популяций

осетровых рыб Каспийского бассейна [215].

Для этого не достаточно просто восстановить и активизировать деятельность имеющихся рыбопроизводных цехов, это должны быть мощные производственные комплексы, направленные на выращивание миллиардов мальков осетровых, каспийской кумжи, белорыбицы и наиболее ценных видов частиковых рыб, с последующим выпуском их в море.

Важнейшим средством её решения является не стихийное и бессистемное создание на рыбных заводах маточных, производственных стад и живых коллекций, а проведение этой работы на основе принципов популяционной биологии. Важность этой задачи была подчеркнута в решениях 10-й Конференции Сторон СИТЕС в отношении осетровых рыб. Игнорирование в практике рыбного хозяйства популяционного принципа в настоящее время однозначно квалифицируется как генетическое загрязнение окружающей среды и запрещено требованиями статьи 50 Закона РФ об «Охране окружающей среды» (Федеральный закон от 10.01. 2002 г. № 7-ФЗ). Следует добиваться создания такой структуры маточных (производственных) стад, чтобы в них были представлены производители всех популяций, рас и биологических групп каждого вида каспийских осетровых рыб [215].

Для Астраханской области, Калмыкии и Дагестана обязательным условием искусственного воспроизводства осетровых видов рыб должно стать формирование маточных (производственных) стад, состоящих из особей всех популяций, рас и биологических групп, нерестящихся в российских реках - Волге, Тереке и др.

В настоящее время в бассейне Каспийского моря популяционный принцип искусственного воспроизводства приобретает особую актуальность и в связи с фактическим разделом его акватории и биоресурсов между пятью прикаспийскими государствами. Интересы России в сложившихся объективных условиях заключаются в воспроизводстве популяций российских нерестовых рек, прежде всего Волги и Терека, для того чтобы созревшие производители, благодаря хомингу, шли на нерест в эти реки.

Только, таким образом, можно еще в минимальные сроки (но не менее чем за 15-20 лет) восстановить маточные поголовья и численность терской, сулакской и самурской популяций осетровых, лососевых и сиговых (за 7-10 лет) и без прекращения, но при ограниченном промысле значительно увеличить поголовье крупного «частяка» (за 4-5 лет). Это мероприятие должно быть направлено, в первую очередь, на восстановление новых популяций, которые нагуливались бы в дагестанских прибрежных водах и заходили на нерест в дагестанские реки, пойменные озера и пресноводные заливы.

При этом, государственный акцент должен быть сделан на пастбищном рыбоводстве значительно более дешевом и нацеленном на максимальное использование естественных пищевых ресурсов Каспия и поддержания ее полноценных трофических цепей питания. Вопросы прудового товарного воспроизводства должны в основном решаться за счет индивидуальных производителей и предпринимателей.

Дополнительно должна быть пересмотрена сама стратегия повышения продуктивности прибрежных сообществ дагестанского побережья и, в первую очередь, за счет тех организмов, которые прошли длинную историю с учетом особенностей дагестанского побережья. В частности, наиболее простой и эффективный путь, не требующий особых материальных затрат, повышение продуктивности заливов за счет поддержания в них "маточных" стад беспозвоночных "недоступных" для выедания рыбам. Другой путь, на более долгосрочную перспективу, отвечающий мировой тенденции в повышении продуктивности прибрежных сообществ и приведший в ряде стран (Япония, Китай) к формированию в пределах 200 мильной зоны новых рыбопромысловых районов - создание искусственных морских рифов. При этом не обязательно использовать "тяжелые" искусственные рифы на основе сооружений из бетона [185, 206]. Для условий закрытых заливов и малопродуктивных песчаных мелководий Среднего Каспия, где тяжелые конструкции просто "потонут" весьма перспективны "легкие" и значительно

более дешевые конструкции на основе пришедших в негодность автомобильных покрышек. По мере приобретения опыта и познания специфики функционирования искусственных рифов в условиях заливов, необходим переход к созданию искусственных "оазисов" в открытых участках моря, на участках с естественной защитой (морские "гряды"), а затем и искусственно сооружаемыми на специально подобранных участках, определяющих продуктивность прибрежных районов. Следующий этап - создание "морских" заливов с "искусственными" рифами, удлинение и защита эстуарных зон, создание искусственных нерестилищ.

В перспективе для комплексного использования водных ресурсов Каспийского моря особенно остро встает вопрос о разработке научных основ управляемого рыбного хозяйства. Относительная замкнутость водоема (изолированность) и возможность контроля за состоянием водной среды и береговой зоны дает возможность в будущем на основе интеграции науки и производственного потенциала прибрежных государств создать на Каспии такой комплекс. Превращение Каспийского моря в водоем с управляемым рыбным хозяйством подразумевает непрерывный сбор и обработку информации о всех процессах, происходящих в водоеме [185]. С точки зрения научно-технического обеспечения развития рыбной отрасли - необходима разработка единой комплексной программы по оценке состояния, стратегии восстановления, анализу механизмов функционирования, средне- и долгосрочного мониторинга экосистем Каспийского моря в современных условиях гидрологического и антропогенного режимов с целью оптимизации управления хозяйственной и природоохранной деятельности в этом направлении. Постоянный экологический мониторинг ситуации на Каспии на базе вновь созданных современных экологических мониторинговых станций и контрольные отловы можно производить совместно с пограничниками. В этой связи имеет большое значение регулярное проведение широких комплексных исследований с привлечением специалистов самого широкого спектра

затрагивающих проблемы Каспия. Эти исследования, наряду с собственными задачами каждой организации, должны иметь строго определенную производственную направленность и комплексироваться через нее на фоне наблюдающегося снижения промыслового значения многих видов рыб и потери их отдельных популяций, общее биологическое разнообразие рыб Каспийского моря не только не снижается, но и в определенной степени и увеличивается.

Ихтиологическими исследованиями ученых Дагестана (Д.З. Демин, М.М. Шихшабеков, А.К. Устарбеков, Г.М. Магомедов, Т.Х. Спасская, М. Амирханов, М. Омаров и др.) проведенными в разные периоды было установлено, что во внутренних водоемах Северо-Западной части Каспия (Терско-Сулакско-Самурской системы) вместе с акклиматизированными видами и заходящими на нерест и нагул из Каспийского моря проходными и полупроходными рыбами обитают около 60 видов, относящихся к 12 семействам. В настоящее время, здесь обнаруживается около 106 видов, относящихся к двум классам, 14 отрядам, 21 семейству и 59 родам. В сводку включены все виды рыб и один представитель рыбообразных (каспийская минога), достоверность обнаружения которых на территории Дагестана или на пограничных с ней водных объектах не вызывает сомнения.

ВЫВОДЫ

1. Существенным фактором, влияющим на благополучие экосистем Каспийского моря, в настоящее время, выступают инвазии чужеродных видов, химическое и бактериологическое загрязнение Каспия. Особое место в инвазионных процессах и функциональной перестройки экосистем Каспия сыграл гребневик мнемонис, этот процесс сейчас прошел точку апогея и мы можем ожидать какую-то стабилизацию Каспия на экосистемном уровне.

2. Значительные изменения в списочном составе ихтиофауны Дагестана связаны по нашему мнению с несколькими причинами. Одна из

них, наиболее существенная - недостаточное, если не сказать полное отсутствие внимания, которое уделялось ранее дагестанскими ихтиологами малозначимым в хозяйственном отношении видам. Другая причина, в изменении таксономического статуса ряда видов или подвидов.

3. На фоне наблюдающегося снижения промыслового значения многих видов рыб и потери их отдельных популяций, общее биологическое разнообразие рыб Каспийского моря не только не снижается, но и в определенной степени и увеличивается.

4. Значительные изменения в списочном составе ихтиофауны Дагестана связаны по нашему мнению с несколькими причинами. Одна из них, наиболее существенная - недостаточное, если не сказать полное отсутствие внимания, которое уделялось ранее дагестанскими ихтиологами малозначимым в хозяйственном отношении видам. Другая причина, в изменении таксономического статуса ряда видов или подвидов.

5. Среди уязвимых представителей морской ихтиофауны Среднего Каспия, куда мы относили и слабо изученных и биологически редких видов, абсолютное большинство эволюционируют как r-стратеги. Такая стратегия осуществляется видами и популяциями, постоянно живущими в нестабильных условиях, каковыми являются условия Среднего Каспия. За исключением нескольких видов всем им характерна высокая личиночная и мальковая смертность, малая продолжительность жизни, многочисленное потомство, отсутствие ухода за потомством, высокая степень конформности к изменению окружающей среды.

ГЛАВА VII.

РАЗРАБОТКА И ВАЛИДИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОПОЛУЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ ЖИВОТНЫХ

Реструктуризация сельскохозяйственного производства России неоднозначно отразилась на эпизоотическом состоянии животноводства и на эффективности противоэпизоотических мероприятий. Традиционно используемые системы противоэпизоотического обеспечения в современных условиях оказались недостаточно действенными и надежными. В ряде субъектов Федерации возросли эпизоотическая и эпидемическая значимость зоонозных болезней, участились рецидивы хронических болезней животных. К числу опасных зоонозов в Российской Федерации продолжают относиться фасциолез и трихинеллез. В последние годы в ряде территорий усложнилась эпизоотическая ситуация по этим зоонозам, выявлены регионы с их территориальной приуроченностью.

Изучение признаков популяций, их динамики, структуры, регуляции численности – наиболее сложный раздел популяционной экологии. Сложность оценки состояния популяции обусловлена интегральным отражением действия множества взаимозависимых факторов. Паразитарная система характеризуется взаимодействием в биоценозе двух или нескольких видовых популяций, одна из которых является популяцией паразитов. Паразитарные системы, состоящие из двух популяций (паразит–хозяин), называются двойными (двучленными), из трех (паразит–переносчик паразита–хозяин) – тройными (трехчленными) системами. Паразитарные системы бывают простыми и сложными. В простых системах существование популяции паразитов обеспечивается популяциями хозяев одного вида. В сложные системы входят популяции нескольких видов переносчиков паразитов и (или) нескольких видов позвоночных хозяев.

Разные популяции одного и того же вида в различных частях его ареала могут образовывать различные паразитарные системы. Одни из них могут

входить в состав простых систем, взаимодействуя с популяцией хозяина только одного вида; другие образуют сложные системы, включающие популяции хозяев нескольких видов. Процессы взаимодействия популяций паразитов и их хозяев обуславливают изменения их численности, физиологического состояния, генетического состава и характера эпизоотического процесса – непрерывной передачи возбудителей от больных животных или паразитоносителей к здоровым посредством определенного механизма передачи.

Популяции человека могут стать сочленами любой паразитарной системы. Паразитарные системы с участием человека широко распространены на всех населенных материках. Люди часто обитают в перенаселенных условиях, что упрощает процесс передачи паразитов, имеющих прямой жизненный цикл. Условия, создаваемые человеком, нередко часто оптимизируют процессы размножения переносчиков и промежуточных хозяев. Полифагия человека облегчает возможность широкого его инвазирования при употреблении в пищу пораженных паразитами мясных или загрязненных растительных продуктов. Контакт человека со многими видами диких и одомашненных животных способствует поддержанию существующих и созданию новых сложных паразитарных систем, включающих человека и животных.

Сочлены паразитарных систем служат друг для друга экологическими факторами, имеющими значение в определении направления их сопряженной эволюции. Популяция паразитов, способствующая повышению смертности в популяции хозяина в дорепродуктивный период, служит фактором отбора. Изучение взаимосвязи паразитарных систем с другими компонентами биоценоза необходимо для успешной разработки программ профилактики и борьбы с паразитарными болезнями. Видовой состав паразитарной системы и соотношение входящих в ее состав микропопуляций паразитов не остаются постоянными во времени и варьируют даже у хозяев одного вида. Взаимоотношения между сочленами системы помимо их видовых и

популяционных особенностей, зависят от состояния организма хозяина, определяемого воздействием постоянно меняющихся факторов внешней среды.

Изучение этих вопросов создает предпосылки для определения наиболее уязвимых звеньев в популяционном развитии паразитов и разработки на этой основе эффективных мер борьбы с ними. Реализация проблемы разработки комплексных методик мониторинга численности и состояния популяций возбудителей зоонозов возможно лишь на основе системного анализа данных биологии, распространения, особенностей межпопуляционных взаимодействий компонентов паразитарных систем, клинических признаков болезней, их патогенеза, своевременной диагностики, разработки эффективного лечения и профилактики, использования комплекса превентивных мер, ограничивающих их распространение и обеспечения эпидемиологического и эпизоотического благополучия занимаемых ими территорий

7.1.Трихинеллез

Трихинеллёзы - группа инвазий, вызываемых нематодами рода *Trichinella*. Трихинеллы традиционно относят к биогельминтам, но при ближайшем рассмотрении оказывается, что в жизненной схеме тех и других имеются принципиальные различия. Действительно, при биогельминтозах в каждом последующем хозяине развиваются стадии паразита, отличные от тех, какие развивались у предыдущего. Возбудитель же трихинеллёза в каждом из последовательно включающихся в передачу хозяев переживает одни и те же фазы своего развития. Поэтому к биогельминтозам трихинеллезы можно отнести лишь условно, и они могли бы быть выделены в особую, пусть немногочисленную группу гельминтозов, наряду с био-, гео- и контагиозными гельминтозами. С последними трихинеллёзы сближает то обстоятельство, что здесь хозяин также непосредственно заразен для особи того же вида. Исследования трихинеллёзы проводились Бессоновым [217,

218, 219, 220], Волковым [221], Маханько [222] и др.

Паразитарные системы. Упрощение жизненного цикла делает возможным широкое распространение трихинеллёзов. К тому же трихинеллы адаптированы к очень широкому кругу хозяев. Установлено их паразитирование по крайней мере у 120 видов млекопитающих, а возбудитель *T. spiralis* паразитирует у птиц.

Длительное время было распространено убеждение, что род *Trichinella* включает в себя лишь один вид *T. spiralis*, внутри которого выделились так называемые штаммы. В настоящее время все больше исследователей разделяют точку зрения В.А. Бритова [223], признающего за "штаммами" статус отдельных видов. Морфологически эти виды весьма сходны (виды-близнецы), но четко различаются по генетическим и экологическим критериям. Различают 4 вида:

T. spiralis (Owen, 1835), *T. spiralis* в узком смысле, распространена повсеместно. Хозяин, обеспечивающий ее существование - домашняя свинья, к которой этот вид хорошо адаптирован. У свиньи может быть до 12000 личинок этого вида в 1 г мышц, причем они остаются жизнеспособными годами. Крысы также легко заражаются и остаются зараженными на всю жизнь. В ходе совместной эволюции этот вид адаптировался к человеку, и он менее патогенен, чем, например, *T. nativa*. Этим видом могут заразиться дикие хищные и всеядные животные, но в естественных условиях он у них встречается редко.

T. nativa (Britov et Boev, 1972) паразитирует у диких животных (медведь, лиса, кабан и др.). К домашней свинье этот вид адаптирован слабо: при одной и той же дозе заражения у свиньи развивается в 88 раз меньше личинок, чем при заражении *T. spiralis*. У свиньи паразиты петрифицируются и погибают спустя 3-4 месяца после заражения. Крысы заражаются *T. nativa* в 8-10 раз менее интенсивно, чем *T. spiralis*. Личинки этого вида чрезвычайно устойчивы к низким температурам.

T. nelsoni (Britov et Boev, 1972) в отношении круга хозяев близка к *T.*

nativa. Этот вид адаптирован к условиям жаркого климата, в частности, его личинки более устойчивы к высоким температурам. Он встречается, главным образом, на юге Европы и Азии к югу от 47°с.ш., а также в Африке.

T. pseudospiralis (Garkavi, 1972) была обнаружена на Северном Кавказе у енота. Вид известен также в Индии. Паразит может развиваться в организме свиньи и ряда других млекопитающих, включая обезьян (в эксперименте), однако численность кишечных трихинелл оказывается в несколько раз ниже, чем при заражении такой же дозой *T. spiralis*. Этот вид отличается и другими особенностями: он не образует капсул и заражает не только млекопитающих, но и птиц. *T. pseudospiralis* настолько отличается от классической *T. spiralis*, что его самостоятельность признают и некоторые из авторов, отрицающих самостоятельность *T. nativa* и *T. nelsoni*.

Морфология и биология трихинелл

Трихинеллы - мелкие живородящие нематоды. Размеры самки 2-4 мм, самца - 1-2 мм. Развитие трихинелл разных видов у разных животных происходит однотипно и включает фазы: кишечную, миграционную и мышечную.

Кишечная фаза. Заражение происходит при поедании мяса, содержащего инкапсулированные личинки трихинелл. В процессе пищеварения в желудке и двенадцатиперстной кишке капсулы разрушаются, что занимает примерно 1 час. Юные трихинеллы, находясь в просвете двенадцатиперстной кишки, созревают в течение 3-4 суток, после чего самки начинают отрождать личинок размером 100-110 мкм. Процесс отрождения длится от 10 до 45 дней, и после его окончания гельминты вскоре погибают. Срок жизни кишечной стадии - до 42-56 дней. Всего самка рождает до 2100 личинок.

Миграционная фаза. Личинки проникают в лимфатические протоки; по лимфатическим путям попадают в ток крови и разносятся по всему организму. Миграция личинок начинается ориентировочно на 6 день от

момента заражения.

Мышечная фаза. Оседание личинок происходит в поперечнополосатых мышцах. Первые, пока еще немногочисленные личинки появляются там уже на 6-7 день. Они распределяются неравномерно, предпочитая мимическую, дыхательную, жевательную мускулатуру, диафрагму, сгибатели конечностей. Осев в мышцах, личинки увеличиваются в размерах примерно в 10 раз и к 17-18 дню становятся способны заражать следующего хозяина. При этом они свиваются в спираль (за исключением *T. pseudospiralis*). К 3-4 неделе вокруг личинок формируются капсулы, в которых те сохраняют жизнеспособность годами. У *T. spiralis* капсулы с размерами 0,2 - 0,6 мм имеют форму лимона, у *T. nativa* и *T. nelsoni* они более округлы. Капсулы не формируются вокруг личинок *T. pseudospiralis*.

Патогенез

Формирование клинических признаков трихинеллёза и выраженность их проявления определяются количеством паразитирующих личинок (уровнем интенсивности инвазии), показателями неспецифической резистентности и специфического иммунитета у инвазированного человека или животного, видовыми особенностями возбудителей. Известно, что у человека при одной и той же дозе заражения инвазия *T. spiralis* протекает легче, чем инвазия *T. nativa*. В течение первых двух недель после заражения патогенез инвазии демонстрируется ферментативным и токсическим воздействием метаболитов кишечных стадий трихинелл. Метаболиты зрелых трихинелл обладают иммуносупрессивным действием, в результате которого подавляется развитие воспалительных реакций, что позволяет личинкам беспрепятственно мигрировать по кровеносному руслу. Через 2 - 3 недели в организме инвазированного вырабатывается достаточно высокий уровень специфических антител, иммуносупрессивная активность трихинелл ослабевает, а у больного реализуются реакции гиперчувствительности немедленного типа. В это время демонстрируются наиболее выраженные

клинические проявления.

Вследствие бурной воспалительной реакции в стенке кишки кишечные трихинеллы гибнут. В мускулатуре вокруг личинок развиваются массивные круглоклеточные инфильтраты, на основе которых формируются фиброзные капсулы. При этом поступление метаболитов личинок трихинелл прекращается и общие аллергические реакции снижаются. Постепенно в капсулах откладывается известь, но личинка может оставаться вполне жизнеспособной и в обызвествленной капсуле. При тяжелом течении трихинеллеза развиваются иммунопатологические реакции, приводящие к диффузно-очаговому миокардиту, пневмонии, менингоэнцефалиту. Известны случаи эозинофильных пневмоний и миокардитов злокачественного течения по типу поражений при системном эозинофильном васкулите.

Иммунитет

Формирование иммунитета при трихинеллёзе начинается в кишечной фазе. Личинки, оказавшись в кишечнике, выделяют гиалуронидазу, протеолитические ферменты, способствующие активации системы комплемента, свертывания, выделению простагландинов клетками тканей окружающих гельминта. Эти процессы индуцируют развитие воспалительных реакций в стенке тонкой кишки, облегчая проникновение паразита в ткани. Вместе с тем, взрослые особи гельминта выделяют иммуносупрессивные вещества, подавляющие бурную воспалительную реакцию, что способствует миграции личинок. В тощей кишке активизируется система кининов, ряда гормонов, что приводит к возникновению функциональных расстройств, формированию болевого синдрома. В формировании местного иммунитета важную роль играют пейеровы бляшки (где в процессе иммуногенеза образуются Т-хелперы, Т-супрессоры и В-лимфоциты, секретирующие IgA) и базальная пластинка тонкой кишки. Антигены кишечных трихинелл стимулируют пролиферацию и дифференцировку лимфоидных клеток пейеровых бляшек.

Иммунокомпетентные клетки становятся чувствительны к 4-5 дню после заражения. В этот период начинается активная пролиферация В-лимфоцитов, продуцирующих специфические антитела, высокий уровень которых отмечается через 2 недели после заражения и достигает максимума через 4-7 недель. Иммунитет при трихинеллёзе характеризуется кооперативным действием иммунокомпетентных клеток и антител.

Местная воспалительная реакция вовлекает в процесс тучные клетки, макрофаги, эозинофилы, активируется система комплемента. Большую роль в клеточной кооперации играют: интерлейкин, лейкотриены и медиаторы, выделяемые тучными клетками. Они стимулируют транспорт иммунокомпетентных клеток в очаг воспаления. Слизистая тонкой кишки инфильтрируется тучными клетками, эозинофилами, базофилами, нейтрофилами, включаются в процесс эпителиальные клетки, развивается воспалительная реакция. Метаболиты гельминтов, находящиеся в просвете кишечника, оказывают влияние на транспорт глюкозы, воды и процессы метаболизма. Возрастает проницаемость слизистой, увеличивается количество тучных клеток, достигая максимума к моменту миграции трихинелл из кишечника.

Значительную роль в поддержании гомеостаза играют эндотелиальные клетки. Они вырабатывают простагландины, являющиеся иммунорегуляторами воспаления. Простагландины повреждают тегумент паразита, способствуя нарушению обменных процессов в организме паразитов. В иммунитете при гельминтозах важную роль играют иммуноглобулины Е - класса, связываясь в присутствии комплексов антиген - антитело с эозинофилами, базофилами, тромбоцитами, тучными клетками, они вызывают дегрануляцию и выделение биологически активных аминов, способствующих воспалительной реакции и элиминации паразитов.

Иммунные комплексы с IgG и IgA - классов присоединяют комплемент. Эти комплексы фиксируются на поверхности паразита, привлекают эозинофилы, нейтрофилы, макрофаги, которые оказывают

цитотоксическое действие на паразита через активно продуцируемые гидролазы, пероксидазы и другие ферменты. Важную роль в формировании иммунного ответа организма хозяина играют Т-лимфоциты, ответственные за пролиферацию эозинофилов - основных клеток иммунной защиты при гельминтозах. Ведущей защитной реакцией при трихинеллёзе является клеточно - воспалительный процесс в кишечнике, развивающийся после заражения и создающий неблагоприятные условия для существования паразита.

Комплекс реакций, сформировавшийся в энтеральной стадии предупреждает проникновение в кровотоки значительной части личинок, обуславливает ограничение заселения скелетных мышц и способствует ускорению процесса инкапсуляции последних в мышцах при повторном заражении. Это положение подтверждено экспериментально. У лабораторных животных при реинвазии, последовавшей в разные сроки после первичного заражения, значительно снижается число взрослых трихинелл и сокращается срок их пребывания в кишечнике, снижается интенсивность инвазии скелетных мышц на 2/3 в сравнении с животными контрольной группы.

Клиническая картина

По течению выделяют формы: стертую, легкую, средней тяжести и тяжелую. Инкубационный период при трихинеллёзе тем короче, чем выше интенсивность инвазии и, соответственно, чем более выражены симптомы. Средняя продолжительность инкубации при тяжелом течении составляет 7,4 дня, при среднетяжелом - 15,9, при легком - 21 и при abortивном - 39 дней. В редких случаях, при сверхинтенсивной инвазии и злокачественном течении инкубационный период сокращается до 1-3 дней.

Основными клиническими проявлениями трихинеллёза у человека, общими для всех его форм является лихорадка, отёки, мышечные боли, эозинофилия. Лихорадка ремиттирующего типа появляется с первых дней

болезни и сохраняется в течение 2-3 недель, иногда до 3 месяцев. Длительное время может сохраняться субфебрильная температура. Отёк век и всего лица настолько характерен для трихинеллёза, что в народе болезнь получила название "одутловатка". Отёк может распространяться на шею, туловище, конечности. Мышечные боли возникают через 1-3 дня после появления отёков и являются также одним из характернейших симптомов. Чаще отмечаются боли в мышцах глазных яблок, жевательных, икроножных мышцах, сгибателях конечностей. Эозинофилия - один из важнейших признаков трихинеллёза, закономерно появляющихся уже с первых дней болезни. Она постепенно повышается, достигая максимума на 3 (при среднетяжёлом и тяжёлом течении) или на 4 неделе (при лёгком течении). Чаще всего эозинофилия бывает в пределах от 20 до 45 %, сочетаясь с умеренным лейкоцитозом. При лёгком течении болезни уровень эозинофилов приходит к норме к 5 неделе, при тяжёлом течении после резкого снижения на 5 неделе обычно бывает вторая волна эозинофилии. Далее уровень эозинофилов нормализуется к 2-3, реже к 4-5 месяцу. Отмечается зависимость между уровнем эозинофилии и выраженностью других клинических проявлений трихинеллёза. При стёртом течении болезнь продолжается около недели и сопровождается кратковременным субфебрилитетом, лёгкой миалгией, пастозностью лица, умеренной эозинофилией (7-10%) на фоне нормального уровня лейкоцитов. Лёгкая форма трихинеллёза протекает с высокой, до 38-39°C температурой, лихорадкой, которая сохраняется в течение недели. Отёк лица и миалгия более выражены, чем при стёртом течении, эозинофилия достигает 10-20%. Картина среднетяжёлого трихинеллёза ярче. Заболевание начинается с лихорадки перемежающегося типа, температура быстро повышается до 38-40°C с последующим постепенным снижением в течение двух недель до субфебрильных значений. В этот период резко выражены мышечный и отечный синдромы. Больные жалуются на боли в мышцах, в основном затылка, конечностей. Одновременно с отёком лица развивается

конъюнктивит.

Абдоминальный синдром развивается с первых дней болезни и характеризуется разлитыми болями в животе, тошнотой, рвотой, редко поносами со слизью и кровью. У большинства больных стул оформленный. Приступы болей сопровождаются высокой эозинофилией до 80-90% и лейкоцитозом до $30-40 \cdot 10^9/\text{л}$. Гепатиты при трихинеллёзе аллергической природы протекают доброкачественно. Нарушение функции почек проявляется умеренной протеинурией и цилиндрурией.

При тяжелом трихинеллёзе развиваются осложнения. На 1-2 неделе могут возникнуть язвенно-некротические поражения желудка и тонкого кишечника с последующей перфорацией и кровотечением. На 3-4 неделе - миокардит, пневмонит, морфологической основой которых являются распространенные васкулиты аллергического характера. Трихинеллёзный миокардит сопровождается тахикардией, снижением артериального давления, приступами аритмии. Пневмония проявляется выраженной одышкой, цианозом, мучительным кашлем со скудным отделением слизистой мокроты, иногда с астматическим синдромом. Эти осложнения обычно и являются причиной смерти. Третьей по частоте причиной смерти является поражение ЦНС (менингоэнцефалит или энцефаломиелит).

Диагностика

Трихинеллёз диагностируют на основании клинических симптомов (лихорадка, отек лица, миалгии, эозинофилия) и эпидемиологического анамнеза (указание на употребление в пищу свинины, мяса медведя, кабана или других диких животных). Важным косвенным доказательством является находка трихинелл в сохранившемся мясе методом компрессорной трихинеллоскопии (КТ), табл. 7.1. Для подтверждения диагноза при необходимости делают биопсию дельтовидной или икроножной мышцы.

7.2. Оценка методов выявления возбудителей пищевых зоонозов при ветеринарно-санитарной экспертизе мяса и мясопродуктов

Результаты исследования проб мяса со слабым уровнем инвазии трихинеллами. С учетом международных и отечественных требований безопасности мяса и различного отношения к методам выявления трихинелл в условиях слабой инвазии (от 2 до 6 личинок в 1 гр. мяса) проведено сравнение эффективности регламентированных методов компрессорной трихинеллоскопии и искусственного переваривания по критериям специфичности и чувствительности. Результаты исследования, представленные в таблице 7.1, свидетельствуют о низкой чувствительности метода КТ (компрессорной трихинеллоскопии).

Полученные данные свидетельствуют о низкой чувствительности метода КТ – 46,9%. Ложноположительные ответы при КТ составляли 16,7% от всех положительных случаев. Специфичность метода составляла 81,2%. По мере увеличения уровня зараженности специфичность КТ возрастала и при инвазии 4 – 6 личинок в 1 гр. мышц достигала 97,5%. Таким образом, простой и широко применяемый на практике метод КТ недостаточно эффективен при слабом заражении мышц личинками трихинелл.

Таблица 7.1 - Результаты сравнительных исследований проб мяса со слабым уровнем инвазии трихинеллами

Метод компрессорной трихинеллоскопии (личинок на 1 гр.)	Метод искусственного переваривания		Итого
	положительный	отрицательный	
Отрицательный	51 (56,7%)	39 (43,3%)	90 (100%)
Положительный			
0 – 2	17 (73,9%)	6 (26,1%)	23 (100%)
2 – 4	16 (88,9%)	2 (11,1%)	18 (100%)
4 – 6	12 (92,3%)	1 (7,7%)	13 (100%)
Итого	96 (65,7%)	48 (34,3%)	144 (100%)

Такой результат обосновывает необходимость обязательного применения метода искусственного переваривания при ветеринарно-

санитарной экспертизе мяса и мясопродуктов на трихинеллез, так как слабые инвазии являются причиной поражения людей и животных значительно чаще, чем интенсивные и умеренные.

Широко используют иммуноферментный анализ (ИФА) по определению антител к трихинеллезным антигенам, который является наиболее чувствительным и специфичным методом. Специфические антитела появляются через 14-15 дней после заражения и достигают максимума через 4-12 недель. Диагностический титр в ИФА - 1:200. Дифференцировать трихинеллез необходимо от тифо-паратифозных инфекций, острых стадий других гельминтозов. В отличие от указанных болезней, трихинеллезу присущи постепенно нарастающая эозинофилия при нормальной СОЭ, отеки, мышечные боли, характерный эпидемиологический анамнез.

Биологические особенности паразита, существенные для эпидемиологии. Личинки трихинелл становятся инвазионными к 17 дню после заражения. Будучи инкапсулированными, они остаются нежизнеспособными потенциально на протяжении всей жизни хозяина. Таким образом, сравнительно с другими гельминтозами, хозяин становится потенциальным источником инвазии весьма рано и остается таковым очень долго. Все же личинки постепенно отмирают, однако следы инвазии в виде микроскопических петрификатов в мышцах остаются пожизненно, что дает возможность ретроспективного изучения и оценки среднесрочного риска заражения.

Трихинеллы в мясе весьма устойчивы к внешним воздействиям, больше, чем бычий или свиной цистицерки. При обычной температуре замороженного мяса (-10°C) личинки *T. spiralis* выживают неопределенно долго, при 12°C до 57 дней, при 18°C - до 21 часа. Личинки *T. nativa* выдерживают замораживание до -23°C в течение 3 дней, а при -16°C они сохраняют инвазионность в течение 20 мес.

При температуре выше +50°C личинки выживают в течение нескольких

минут, но нужно помнить, что при приготовлении мясных блюд такая температура достигается в глубине куска далеко не всегда. При посоле личинки могут сохраняться в глубине куска до 1 года, в гниющем мясе они живут до 9 мес.

Циркуляция возбудителя

Обычно считают, что передача трихинеллёза в природных условиях происходит только при непосредственном поедании одного хозяина паразита другим. Однако заразное начало может довольно долго сохраняться в трупe, и поэтому роль в передаче играют не только хищные животные, но и некрофаги, в частности, многие виды жуков. Некоторые исследователи считают, что личинки, сохраняющиеся в трупe или даже в почве, играют основную роль в диссеминации трихинелл, а их передача при хищничестве и каннибализме является лишь ответвлением основного пути передачи. Несомненно, что такой путь является основным по крайней мере в Арктике, где трихинеллы передвигаются по трофическим цепям от рачков-падальщиков через тюленя и моржа к полярному медведю.

В окружении человека циркуляция происходит в основном между свиньями и крысами, при этом свиньи, особенно при повторных заражениях, выделяют с экскрементами часть жизнеспособных личинок, которым не удалось прижиться в кишечнике вследствие развивающегося иммунитета. Скармливание таких экскрементов приводит к заражению свиней. Свиньи нередко заражаются также при скармливании им мясных и боенских отходов, тушек пушных зверьков и т.п. Они могут также заражаться непосредственно друг от друга, отмечены случаи заражения при каннибализме, а также при каудофагии, т.е. откусывании хвостов друг у друга. Доказана трансплацентарная передача трихинелл у крыс и трансмаммарная у свиней.

Факторы передачи человеку

В современных условиях человек, очевидно, чаще всего бывает

тупиковым хозяином (однако иногда условия захоронения могут способствовать распространению трихинелл, содержащихся в трупе человека). Поэтому рассмотрим лишь конечные факторы передачи.

Человек заражается обычно через свинину, которая может быть в разных видах: вареная, жареная, сырой фарш, шашлык, окорок, сало (с прослойкой мяса), колбаса, особенно сырокопченая, но даже и ливерная. Впрочем, в последнее время значение свинины как главного фактора передачи ослабевает, что связано с индустриализацией свиноводства и ужесточением санитарного контроля за содержанием свиней. На первое место выходит заражение от мяса диких животных (кабан, медведь, реже енотовидная собака и др. хищные). В качестве источников заражения могут выступать и травоядные животные. Так, в последнее время в Западной Европе был отмечен ряд вспышек, связанных с употреблением конины. В США и Канаде имели место случаи заражения через продукты из якобы говядины, при ближайшем рассмотрении оказавшейся фальсифицированной, т.е. содержащей большую примесь более дешевой свинины.

Обстоятельства заражения

Интенсивность клинических проявлений и их тяжесть зависят от числа поступивших в организм хозяина жизнеспособных трихинелл. Последнее, в свою очередь, зависит от количества съеденного мяса, уровня его контаминации и жизнеспособности личинок.

Опасность мясопродуктов (колбасы и т.п.) домашнего приготовления обычно выше, чем продуктов индустриальной выработки ввиду того, что при изготовлении последних смешивается мясо из многих источников, и при попадании одной зараженной туши среди многих заразное начало разбавляется и концентрация личинок в конечном продукте бывает очень низка.

При обсемененности менее 1 личинки на 1г мяса клинические проявления вообще не развиваются. При наличии 1-10 личинок/г у части

людей возникают легкие симптомы; при более высокой численности симптомы появляются уже у всех, а при численности 50 и более личинок/г возникают случаи средней тяжести и тяжелые. Параллельно росту тяжести проявлений укорачивается инкубационный период.

Обсемененность мяса может быть большой, но последствия легкими, если жизнеспособность личинок по тем или иным причинам снижена. Жизнеспособность личинок зависит от условий хранения и переработки мяса. Хотя личинки трихинелл устойчивы к низким температурам, они все же постепенно отмирают при хранении в замороженном состоянии. Особенно это относится к собственно *T. spiralis* и значительно меньше к *T. nativa*. Считают, что одним из факторов, способствовавших снижению заболеваемости трихинеллёзом в США в 60-х годах послужило широкое распространение бытовых морозильников. Что касается хранения в обычном холодильнике, то здесь мясо прежде делается несъедобным, чем погибнут трихинеллы.

При проваривании и прожаривании личинки погибают в поверхностных слоях мяса, но могут сохраниться в глубине куска. При неблагоприятном стечении обстоятельств развитие выраженной клинической картины возможно уже при употреблении минимальных количеств мяса: 10-15 г вареного мяса, 50 г сала с прожилками мяса, того небольшого количества фарша, которое пробуют на вкус, и т.п.

Характер заболеваемости

Случаи редко бывают одиночными, поскольку люди обычно заражаются от мяса крупных животных, одной туши которых хватает на многих. Известны, и случаи заражения от мелких животных, когда тушки хватало на 1-2 человек. Возможно, что они не столь уж необычны, но редко правильно распознаются. Своеобразные вспышки возникали в арктических экспедициях, иногда с поголовной гибелью их членов. К настоящему времени вспышек трихинеллёза в Арктике описано довольно много, при этом

источником заражения выступал как полярный медведь, так и морж.

Группы риска

Трихинеллёз широко распространен в группах населения, традиционно питающихся блюдами из непрожаренной свинины. Профессионально-бытовыми факторами риска следует считать участие в приготовлении пищи (повара, домохозяйки), а в последнее время - занятие охотой.

Очаги трихинеллёза

Выделяются синантропные и природные очаги. Паразитарная система включает в себя, в классическом варианте, *T. spiralis*, домашнюю свинью и крысу; другие синантропные животные, такие как собаки, кошки и пр., которые хотя и бывают поражены трихинеллёзом, но большой роли в поддержании циркуляции паразита не играют. В природных очагах паразитарная система состоит из *T. nativa* или *T. nelsoni* и различных диких животных, всеядных и грызунов. Очаги двух типов могут взаимодействовать между собой: например, инвазия может заноситься из природы в поселки и там циркулировать; поскольку свинья восприимчива ко всем видам трихинелл. И наоборот, показано, что *T. spiralis* может переходить от свиней на диких животных природного окружения синантропного очага.

Современная эпидемиологическая ситуация по трихинеллёзу

В прошлом трихинеллёз был чрезвычайно широко распространен в странах со свиноводческим направлением животноводства, при этом поражённость домашних свиней составляла не менее нескольких процентов. Однако это не всегда сопровождалось массовой заболеваемостью людей, которая зависела от определенных кулинарных традиций. Однако в последние десятилетия, благодаря санитарным мерам, изменению образа жизни, технологии свиноводства, положение в большинстве развитых стран коренным образом улучшилось.

В 1991 г. в РФ зарегистрировано 173, в 1992 - 673, в 1993 - 626, в 1994 - 1945, а в 1995 г. уже 1091 лучаев трихинеллёза у людей. При этом 33 % случаев приходилось на 22 территории, в которых трихинеллёз животных официально не установлен. Пораженность свиней в 1989-1993 гг. ежегодно возрастала с 1,9 до 5,3 на 100 тыс. Из 884 случаев, выявленных в 1993 г. при послеубойной ветсанэкспертизе 94,5 % пришлось на Краснодарский, Красноярский край, Северную Осетию, Карелию, Московскую, Мурманскую, Калининградскую и Ленинградскую области. На рынках трихинеллёзные туши выявлены в 0,1 % экспертиз, при подворном убое и на убойных пунктах - в 0,03 %, на мясокомбинатах - в 0,01 %. В то же время возрастает удельный вес мяса, полученного путем подворного убоя (с 18 % в 1990 г. до 50 % в 1993 г.).

7.3. Мероприятия по борьбе с трихинеллёзом

Они регламентированы Санитарными правилами и нормами, утвержденными Минздравом и Департаментом ветеринарии Минсельхозпрода РФ (1996), и "Методическими указаниями", утвержденными Минздравом СССР в 1984 г. Мероприятия должны проводиться комплексно медицинскими, ветеринарными и охотоведческими организациями.

В профилактике трихинеллёза большую роль играет правильное содержание свиней. Вероятность того, что свинья заразится трихинеллами резко возрастает при вольном выпасе, антисанитарном содержании свинарников, откорме необезвреженными отбросами. Поэтому крайне важно распространение зоотехнических знаний среди лиц, содержащих свиней в личном хозяйстве, которые помогут хозяину оградить их и от других болезней. Это направление понятно для населения, но, к сожалению, дело зачастую сводится только к запугиванию. Кроме того, в неблагополучном населенном пункте необходима дератизация, уничтожение бродячих животных, санитарная очистка.

Согласно вышеупомянутым методическим указаниям (как и многим другим подобным документам), категорически запрещается убой на дому без ветеринарной экспертизы и трихинеллоскопии. Однако слишком уповать на силу запрета было бы наивно, поскольку зачастую нет условий для убоя, отвечающего санитарным правилам.

Все мясо допускается к реализации только после трихинеллоскопии. Перспективны также серологические методы послеубойного контроля, преимуществом которых является большая скорость и возможность автоматизации исследований, что крайне важно в условиях современной мясоиндустрии западного типа.

Согласно действующим Правилам, каждая зараженная туша, вне зависимости от интенсивности инвазии, подлежит безусловному уничтожению. Пораженное мясо к реализации не допускается даже после обеззараживания.

Надо сказать, что столь жесткие меры применяются далеко не во всех странах. Так, в США считается достаточным подвергнуть зараженную свинину замораживанию, при этом куски мяса толщиной до 15 см выдерживают: 20 дней при -15°C , 10 дней при -23°C или 6 дней при -29°C ; для более толстых кусков выдержка увеличивается вдвое. Высказывается, впрочем, опасение, что подобный режим может быть недостаточен в случае трихинелл арктического происхождения. Альтернативой является прогревание до достижения $+58^{\circ}\text{C}$ в толще мяса. Для обеззараживания может применяться также гамма-излучение в дозе до 19 крад, однако оно ухудшает вкусовые качества мяса. Появившиеся в последние годы в быту у населения СВЧ-печи не гарантируют полное уничтожение трихинелл в обсеменном ими мясе. Туши добытых на охоте животных также подлежат исследованию на трихинеллёз.

Фасциолез

Фасциолез (Fasciolosis) – зоонозный биогельминтоз, вызываемый печеночной или гигантской двуустками, характеризующийся хроническим

течением с преимущественным поражением желчевыводящей системы.

Этиология

Возбудителями фасциоза являются гельминты: двуустка печеночная - *Fasciola hepatica* (Linnaeus, 1758) и двуустка гигантская - *Fasciola gigantica* (Gobbold, 1855), относящиеся к семейству Fasciolidae Railliet, 1895.

F. hepatica имеет листовидную форму, длину 20–30 мм, ширину 8–12 мм. Яйца желтовато–бурого цвета, размером 0,13–0,14×0,7–0,09 мм.

F. gigantica достигает в длину 33–76 мм, в ширину 5–12 мм, размер яиц 0,15–0,19×0,075–0,09 мм. У человека паразитирует крайне редко.

Окончательными хозяевами фасциол служит человек и многочисленные травоядные животные (крупный и мелкий рогатый скот, непарнокопытные и др.). Промежуточные хозяева - различные виды пресноводных моллюсков, и прежде всего малый прудовик. Продолжительность жизни фасциол в организме человека 3–5 лет.

Фасциоз встречается практически во всех регионах мира. Он широко распространен в странах Азии, Африки и Южной Америки. В Европе наибольшее число заболеваний регистрируется во Франции и Португалии, России. Описаны вспышки фасциоза в Средней Азии и Закавказье (Грузия). Заболевания, связанные с инвазией *F. gigantica*, отмечены во Вьетнаме, на Гавайских островах и некоторых странах Африки.

Эпидемиология

Роль больного человека в распространении фасциол незначительна; Основным источником загрязнения внешней среды яйцами фасциол являются сельскохозяйственные животные (корова, овца, коза, лошадь, верблюд, осел, кролики и др.) и дикие травоядные (белка, бобр, серна, олень).

На территории России единичные случаи фасциоза встречаются повсеместно. Помимо этих двух видов фасциол у человека (а также у

плотоядных и свиней) на Дальнем Востоке паразитирует *Fasciolopsis busci*. Личинки (адолескарии) паразита инцистируются на стеблях и плодах водного ореха, водного каштана, дикорастущего водного риса.

В дельте Волги, Астраханской области и Краснодарском крае на растениях и плодах водного ореха чилима встречаются личинки (адолескарии) *Gastrodis coides hominis* способные заражать человека и плотоядных. Помимо указанных видов трематод человек и животные могут заразиться паразитами из подотряда *Paramphistomatida*, семейства фасциол - *Parafasciolopsis fasciolaemorpha*, а также некоторыми видами семейства *Notocotylidae* и паразитами кишечника птиц. Заражение этими паразитами происходит с растительностью и водой, содержащими личинок паразитов.

Яйца гельминта выделяются во внешнюю среду с фекалиями животных. При попадании их в воду через 4–6 недель развиваются личинки – мирацидии, которые покидают оболочки яйца и внедряются в тело промежуточных хозяев – моллюсков, где происходит их бесполое размножение, в результате которого формируются церкарии. При температуре воды 9-22оС они покидают тело моллюска и инцистируются на подводных предметах, чаще на водной растительности, превращаясь в адолескариев. В воде адолескарии сохраняют жизнеспособность до 5 месяцев. Инцистированные адолескарии могут выдерживать длительное высушивание в течение нескольких месяцев, оставаясь живыми даже в сухом сене.

Заражение животных происходит при заглатывании адолескариев или церкариев с водой или поедании трав, растущих в водоемах со стоячей и медленно текущей водой. Заражение человека происходит при питье сырой воды и употреблении в пищу растений (например, кресса водяного), произрастающих в стоячих и медленно текущих водоемах.

Фасциолез встречается практически во всех регионах мира. Он широко распространен в странах Азии, Африки и Южной Америки. В Европе наибольшее число заболеваний регистрируется во Франции и Португалии. В

России отмечается в виде спорадических случаев. Описаны вспышки фасциолеза в Средней Азии и Закавказье (Грузия). Заболевания, связанные с инвазией *F. gigantea*, отмечены во Вьетнаме, на Гавайских островах и некоторых странах Африки.

Симптомы и течение

Инкубационный период при фасциолезе продолжается 1–8 недель. Заболевание начинается с появления слабости, недомогания, головной боли, понижения аппетита, зуда кожи. Температура тела повышается до фебрильных цифр, в тяжелых случаях – до 39–40°C. Лихорадка носит послабляющий, волнообразный характер. Появляются крапивница, кашель, субиктеричность склер, боли в эпигастральной области, в правом подреберье (чаще приступообразные), тошнота и рвота. Увеличиваются размеры печени, она становится плотной и болезненной при пальпации. Чаще увеличивается левая доля печени, что приводит к выбуханию эпигастральной области. Селезенка увеличивается редко.

Температура тела постепенно снижается до нормальных или субфебрильных значений, аллергические проявления стихают, и заболевание переходит в хроническую фазу. Ведущими клиническими проявлениями становятся приступообразные боли в эпигастральной области и правом подреберье и диспептические симптомы: понижение аппетита, вздутие живота, урчание и т. д. При длительном течении болезни появляются расстройства стула, макроцитарная анемия, гепатит и нарушение питания.

У многих инвазированных клинические проявления острой фазы отсутствуют и заболевание характеризуется малосимптомным хроническим течением.

Осложнения. Гнойный ангиохолангит, абсцессы печени, склерозирующий холангит, обтурационная желтуха.

Патогенез

Личинки фасциол, попавшие с пищей или водой в желудочно-кишечный тракт, проникают в печень. Часть личинок достигает печени и желчевыводящих путей гематогенно, через кровеносную систему воротной вены, другие – проникают в брюшную полость и через глиссонову капсулу внедряются в печеночную паренхиму, затем в желчные протоки, где через 3–4 месяца заканчивается формирование их половой системы.

В процессе миграции фасциолы наносят механические повреждения тканям, иногда могут вызвать полную механическую закупорку желчного протока. Продукты метаболизма гельминта обуславливают токсико-аллергические реакции, которые наиболее отчетливо проявляются в ранней фазе заболевания.

Паразиты вызывают раздражения нервных окончаний желчных ходов, что приводит к возникновению нейро-висцеральных рефлексов, влияющих на функциональное состояние желудочно-кишечного тракта и поджелудочной железы. Нарушение нормальной циркуляции желчи по протокам создает благоприятные условия для присоединения вторичной инфекции. В паренхиме печени иногда обнаруживаются микронекрозы и микроабсцессы. В поздней фазе болезни возникают расширение просвета общего желчного протока, утолщение стенок и аденоматозное разрастание эпителия желчных протоков, иногда развивается гнойный ангиохолангит.

Симптомы и течение

Инкубационный период при фасциолезе продолжается 1–8 недель. Заболевание начинается с появления слабости, недомогания, головной боли, понижения аппетита, зуда кожи. Температура тела повышается до фебрильных цифр, в тяжелых случаях – до 39–40°C. Лихорадка носит послабляющий, волнообразный или гектический характер. Появляются крапивница, кашель, субиктеричность склер, боли в эпигастральной области,

в правом подреберье (чаще приступообразные), тошнота и рвота. Увеличиваются размеры печени, она становится плотной и болезненной при пальпации. Чаще увеличивается левая доля печени, что приводит к выбуханию эпигастральной области. Селезенка увеличивается редко.

Температура тела постепенно снижается до нормальных или субфебрильных цифр, аллергические проявления стихают, и заболевание переходит в хроническую фазу. Ведущими клиническими проявлениями становятся приступообразные боли в эпигастральной области и правом подреберье и диспептические симптомы: понижение аппетита, вздутие живота, урчание и т. д. При длительном течении болезни появляются расстройства стула, макроцитарная анемия, гепатит и нарушение питания.

У многих инвазированных клинические проявления острой фазы отсутствуют, и заболевание характеризуется малосимптомным хроническим течением.

Осложнения. Гнойный ангиохолангит, абсцессы печени, склерозирующий холангит, обтурационная желтуха.

Диагноз и дифференциальный диагноз

В ранние сроки болезни яйца гельминта обнаружить не удастся, т.к. в организме человека фасциолы достигают половой зрелости через 3–4 месяца после заражения. Иммунологические реакции: РНГА, РИФ, ИФА важного диагностического значения не имеют и в широкой клинической практике не используются в виду их низкой чувствительности и специфичности. При исследовании периферической крови отмечают выраженный лейкоцитоз ($18\text{--}20 \times 10^9$ в л) и эозинофилия (от 6 до 80%). При компьютерной томографии в ткани печени обнаруживаются мелкие узелки и извилистые «дорожки».

После полового созревания фасциол и появления их яиц в кале и дуоденальном содержимом лабораторная диагностика не вызывает больших затруднений. При слабой инвазии исследования фекалий производят

методами обогащения.

После употребления в пищу печени крупного рогатого скота, пораженной фасциолами, в фекалиях могут быть обнаружены транзитные яйца. В этих случаях необходимо провести повторные паразитологические исследования после исключения из рациона пациента печени и субпродуктов.

Фасциолез следует дифференцировать от трихинеллеза, описторхоза, вирусных гепатитов, заболеваний желчевыводящих путей другой этиологии.

Шистосомоз

Шистосомоз – это биогельминтоз, который характеризуется хроническим течением заболевания и вызывает поражение ЖКТ и мочеполовой системы. Наибольшее распространение шистосомоз получил в странах с тропическим и субтропическим климатом, особенно в регионах с низким уровнем жизни, где не все имеют доступ к чистой питьевой воде. По статистике, более 207 миллионов человек по всему миру уже инфицированы, а еще около 700 миллионов людей, проживающих в 74 эндемичных странах подвержено опасности инвазии. На территории Российской Федерации количество зарегистрированных случаев заболевания незначительное, в основном, замечено у путешественников, вернувшихся из жарких стран. К сведению, в Египте половина населения является носителями шистосом, в Ираке число зараженных достигает 80%. В целом, на африканском континенте ежегодно от шистосомоза умирают более 200тыс. человек. Шистосоматозы (бильгарциозы) – группа тропических трематодозов, характеризуемых в острой стадии токсико-аллергическими реакциями, в хронической – преимущественным поражением кишечника или мочеполовой системы.

Таблица 7.2 - Виды паразитов и географическое распространение шистосомоза

Шистосомозы	Виды возбудителей	Географическое распространение
Кишечный шистосомоз	<i>Schistosoma mansoni</i>	Африка, Ближний Восток, страны Карибского бассейна, Бразилия, Венесуэла, Суринам
	<i>Schistosoma japonicum</i>	Индонезия, Китай, Филиппины
	<i>Schistosoma mekongi</i>	Некоторые районы Камбоджи и Лаосской Народно-Демократической Республики
	<i>Schistosoma intercalatum</i> и связанный с ним <i>S. guineensis</i>	Влажные лесные районы Центральной Африки
Мочеполовой шистосомоз	<i>Schistosoma haematobium</i>	Африка, Ближний Восток

Эпидемиология

Основной источник инвазии – больной, выделяющий яйца шистосом. Роль животных как источников инвазии наименьшая при мочеполовом шистосомозе, несколько большая при кишечном и значительная – при японском и интеркалатном. Промежуточные хозяева паразитов – моллюски родов *Vulinus* и *Biomphalaria* в Африке и *Oncomelania* на Дальнем Востоке.

Люди обычно заражаются через кожу во время купания, стирки белья, работы на орошаемых полях и при питье воды из открытых водоемов. Заражение *Sch. japonicum* происходит при контакте с травой, по которой ползают инвазированные моллюски. Распространение шистосомозов простирается вдоль экватора между 38° северной и 35° южной широты. Шистосомозы зарегистрированы в 73 странах мира.

Мочеполовой шистосомоз распространен в странах Африки (Египте, Судане, Уганде, Конго, Зимбабве, Анголе, ЮАР, Камеруне), Азии (Ираке, Сирии, Саудовской Аравии, Израиле, Йемене, Иране, Индии); в Австралии,

встречается на островах Кипр, Маврикия, Мадагаскар.

Кишечный шистосомоз широко распространен в странах Африки: Египте, Судане (на восточном побережье от острова Занзибар до р. Замбези), Замбии, Танзании, Центральноафриканской Республике, Конго, Камеруне и др. В Южной Америке заболевание встречают в Венесуэле, Гвиане, Бразилии, на островах Гаити, Пуэрто-Рико.

Японский шистосомоз регистрируют в странах Азии: Индонезии, Китае, Малайзии, Филиппинах, Японии. *Sch. mekongi* встречают на ограниченной территории Юго-Восточной Азии: Камбодже, Лаосе и Таиланде, *Sch. intercalatum* - в Центральной и Южной Африке: Заире, Габоне, Камеруне, Чаде.

Во многих странах Юго-Восточной Азии и Африканского континента формируются новые очаги шистосомозов в результате интенсивных миграций населения, создания ирригационных систем и искусственных водохранилищ, являющихся биотопами моллюсков – промежуточных хозяев шистосом.

Восприимчивость людей к заражению шистосомами высокая, наиболее поражены те группы населения, которые часто контактируют с биотопами моллюсков. Повышенному риску заражения подвержены сельскохозяйственные рабочие и персонал эксплуатации систем орошения. В эндемичных зонах уровень пораженности шистосомозом и интенсивность выделения яиц паразитов с фекалиями и мочой достигают максимума в возрастных группах 10-20 лет и постепенно снижаются в старших возрастных группах. Такая динамика обусловлена естественной гибелью шистосом и формированием иммунитета, предотвращающего повторную инвазию.

Иммунитет

При шистосомозе нестерильный, и болезнь не имеет тенденции к самоизлечению. Длительность течения инвазии многолетняя – 10-15 лет.

Гуморальный ответ на внедрение паразита появляется сначала на антигены личинок (шистосомул), позже на антигены взрослых гельминтов и их яиц. Благодаря способности взрослых паразитов к антигенной мимикрии, они успешно противостоят защитным реакциям организма хозяина. Антитела не уничтожают взрослых особей и не препятствуют яйцекладке, однако предупреждают повторное заражение, разрушая шистосомулы.

Патогенез

В основе патогенеза ранней (миграционной) стадии шистосомоза лежат сенсibilизирующее действие продуктов обмена и распада шистосомул и травмирующее их действие на ткани в процессе миграции. В хронической стадии патологический процесс обусловлен в основном продвижением яиц через стенки сосудов, мочевого пузыря и кишечника и заносом их в другие органы и ткани, в частности, в печень и легкие. Вокруг яиц образуются воспалительно-аллергические гранулемы с последующим фиброзом.

Продукты метаболизма эмбрионов вызывают пролиферацию интимы и подлежащей соединительной ткани, что сопровождается облитерирующим эндартериитом сосудов печени и легких. Разрастание фиброзной ткани вокруг сети воротной вены приводит к затруднению кровотока в ее системе, развитию портальной гипертензии, спленомегалии. При этом смерть больных часто наступает вследствие кровотечения из варикозно расширенных вен пищевода. Аналогичные процессы в сосудах легких приводят к повышению давления в малом круге кровообращения, что способствует развитию легочного сердца. Метаплазия эпителия, прогрессирование фиброза органов и иммуносупрессия способствуют канцерогенезу. В очагах шистосомозов часто встречаются опухоли мочеполовой системы и толстой кишки.

Симптомы

Инкубационный период - 4-16 нед. Стадии болезни: ранняя, или острая (проникновение и миграция личинок гельминтов), и хроническая

(паразитирование взрослых паразитов).

Ранняя стадия при всех видах шистосомоза протекает одинаково, ее длительность – 7-14 дней.

Первичное заражение, как правило, протекает бессимптомно или малосимптомно. При повторных инвазиях появляются зуд, ощущение покалывания в местах внедрения паразитов, локальная эритема, папулезная сыпь, симптомы интоксикации (общая слабость, лихорадка и т.д.), боли в мышцах, суставах. В период миграции шистосом, особенно при их прохождении через легкие, появляются кашель с мокротой, увеличиваются печень, селезенка, лимфатические узлы. В общем анализе крови - лейкоцитоз, эозинофилия, повышенная СОЭ. При низкой интенсивности инвазии эта стадия болезни протекает бессимптомно. Хроническая стадия болезни начинается через 4-5 нед после заражения, когда завершается половое созревание паразитов и наступает интенсивная кладка яиц. При интенсивной инвазии вновь возникают лихорадка, артралгия, кашель, увеличиваются печень, селезенка, появляются тошнота, рвота, диарея. В общем анализе крови - высокая эозинофилия, α_2 - и γ -глобулинемия – проявления аллергической реакции на продукты метаболизма созревших паразитов и на их яйца, которые обладают выраженной антигенной активностью. Далее каждая форма шистосомоза протекает по-разному, что зависит от специфической локализации возбудителя и путей прохождения яиц из сосудов во внешнюю среду. Тяжелые клинические проявления шистосомозов отмечают у 4-12% больных. У подавляющего большинства инвазированных болезнь протекает в форме компенсированной инвазии: либо бессимптомно, либо со слабовыраженными неспецифическими симптомами.

При мочеполовом шистосомозе (код по МКБ-10 – В65.0) появляется яркий и типичный признак болезни – терминальная гематурия. Она связана с прохождением яиц через слизистую оболочку мочевого пузыря при сокращении его стенок, поэтому кровотечение всегда появляется в конце

мочеиспускания. Постоянные механические повреждения при прохождении яиц через стенку мочевого пузыря создают предпосылки для вторичной инфекции и выраженного воспаления. Мочеиспускание становится учащенным и болезненным. Вторичное воспаление ведет к тяжелой деструкции тканей мочевого пузыря – изъязвлению слизистой оболочки. Воспаление распространяется вверх по мочеточникам к почкам. Поздняя стадия мочевого шистосомоза – фиброз тканей мочевого пузыря и их кальцинация, при этом наблюдают уменьшение или даже прекращение выделений яиц во внешнюю среду, что связано не со снижением репродуктивной способности гельминтов, а с затрудненным прохождением яиц через фиброзно измененные ткани. Большинство яиц окружены гранулемами и погибают, подвергаясь обызвествлению. Стеноз мочеточников и фиброз стенок мочевого пузыря, папилломатозные разрастания вызывают нарушения оттока мочи из лоханки и приводят к гидронефрозу. Мочеполовой шистосомоз осложняется образованием камней в мочевом пузыре, поражением семенных пузырьков, предстательной железы, папилломатозом влагалища и матки. Это ведет к поражению паренхимы органа и его артерий. При заносе яиц шистосом в легкие развивается облитерирующий эндартериит, сопровождаемый гипертрофией правого желудочка сердца: возникают одышка, сердцебиение, тупые боли в области сердца, кашель, кровохарканье. При попадании яиц шистосом в печень развивается гранулематозный гепатит. Инвазия *Sch. haematobium* создает предпосылки для первичного рака мочевого пузыря.

При кишечном шистосомозе (шистосомозе Мэнсона) (код по МКБ10 - B65.1) возбудитель обитает в нижней мезентериальной вене и впадающих в нее мелких сосудах. Отложенные самкой яйца проходят через стенки венул кишечника и выделяются во внешнюю среду с фекалиями. В начальном периоде инвазии появляются боли в животе, потеря аппетита, снижение массы тела, учащенный стул, тенезмы, в кале - примесь слизи и крови. Постепенно острые симптомы стихают. При слабой инвазии

симптомы выражены в минимальной степени или полностью отсутствуют. Стадия необратимых изменений и осложнений связана с интенсивным фиброзом тканей: фиброзом брыжейки, геморроем, выпадением прямой кишки, полипозом и изъязвлениями кишечника. При интенсивной инвазии развивается фиброз печени: увеличенная печень становится плотной (особенно левая доля), желтуха отсутствует, характерны спленомегалия, высокая эозинофилия, гипоальбуминемия, повышен уровень иммуноглобулинов, особенно IgM. Показатели осадочных реакций и ферментов обычно в пределах нормы. Значительные нарушения функции печени отмечают лишь в поздней стадии. Фиброз печени сопровождается портальной гипертензией. При развитии портальных коллатералей яйца шистосом быстро достигают легких, что приводит к сердечно-легочным нарушениям.

Интеркалатный шистосомоз (код по МКБ-10 - B65.8) – наиболее доброкачественный из всей группы кишечных шистосомозов, клинические проявления сходны с шистосомозом, вызываемым *Sch. mansoni*, но выражены, как правило, в легкой степени.

Японский шистосомоз (болезнь Катаямы) (код по МКБ-10 - B65.2) – самый тяжелый гельминтоз из этой группы инвазий: его возбудитель, локализующийся главным образом в мезентериальных венах, обладает высокой репродуктивной способностью. *Sch. japonicum* продуцирует в 10 раз больше яиц, чем *Sch. mansoni*. Они скапливаются большими массами и обызвествляются. При японском шистосомозе часто развивается фиброз печени с портальной гипертензией (асцитом, отеком нижних конечностей). Нередко наблюдают обширные поражения кишечника вплоть до непроходимости, занос яиц в нервную систему с последующими парезами, параличами, энцефалитом, менингоэнцефалитом, синдромом, симулирующим опухоль мозга (упорной головной болью, рвотой, расстройством зрения и т.д.).

Меконговый шистосомоз (код по МКБ-10 – B65.8) клинически не

отличается от японского.

Осложнения при мочеполовом шистосомозе: пионефроз, пиелонефрит, урогидронефроз, образование конгломератов в моче, свищи мочевого пузыря и прямой кишки, новообразования мочеполовой системы. При японском и других шистосомозах: цирроз печени, кровотечения из вен пищевода, желудочные кровотечения, флегмоны и абсцессы желудка и кишечника, спаечная болезнь, полипоз прямой и сигмовидной кишки, синдром легочного сердца, поражения ЦНС.

Диагностика

В связи с тем, что шистосомозы протекают бессимптомно, в разных формах и с многообразными клиническими проявлениями, в их диагностике используют многие методы: анамнестические, эпидемиологические, паразитологические, иммунологические и инструментальные. Анамнез и эпидемиологические данные особенно важны для диагностики при заражении шистосомами одного пола, когда яйца паразитами не откладываются и, следовательно, не могут быть обнаружены в моче или фекалиях. Косвенные показатели мочеполового шистосомоза - эозинофилия и гематурия.

Паразитологическая диагностика инвазии основана на обнаружении яиц в моче или фекалиях. При мочеполовом шистосомозе предпочтительное время забора мочи - между 10 и 14 ч, так как большая часть яиц шистосом выделяется в часы максимальной экскреции мочи. Для консервации мочи используют 5% раствор формалина или раствор мертиолата (1:2000). Некоторые авторы рекомендуют исследовать мочу после физической нагрузки или массажа предстательной железы. Для овоскопии применяют методы концентрации, из которых наиболее распространено центрифугирование с последующей микроскопией осадка. Широко распространены методы фильтрации мочи через мембранные фильтры. Модификация ларвоскопии - осмотр осадка центрифугированной мочи,

разбавленного водой и выдержанного в термостате при температуре 25-35°C. При наличии зрелых, жизнеспособных яиц в воде видны вылупившиеся, активно плавающие мирацидии.

Наиболее достоверный метод диагностики кишечного шистосомоза (включая японский и интеркалатный) - овоскопия фекалий. Применяют и ларвоскопию. Метод нативного мазка малоэффективен. Эффективность паразитологической диагностики повышается при использовании метода Като, методов осаждения и флотации. При исследовании материал лучше брать с поверхности фекалий, где расположено наибольшее количество яиц.

Иммунологическая диагностика шистосомозов важна в ранней стадии болезни, в период миграции и созревания гельминтов, и в поздней стадии болезни, когда большая часть яиц оседает в тканях и выделение их наружу почти прекращается. Применяют внутрикожную пробу с использованием в качестве антигена экстрактов из шистосом, реакцию агглютинации церкариев, реакцию иммобилизации мирацидиев, РСК, РНГА, ИЭФ, РИФ и ИФА. Однако ни один из этих методов не может быть альтернативой паразитологическому методу.

Инструментальные методы диагностики

- Цистоскопия (при мочеполовом шистосомозе) позволяет установить инвазию, выявить осложнения, проследить за динамикой выздоровления после химиотерапии. При исследовании выявляют бледно-желтую поверхность слизистой оболочки мочевого пузыря, сосуды слизистой оболочки истончены, количество их уменьшено. Иногда отмечают очаговую гиперемии вокруг устьев мочеточника, разнообразную деформацию устьев (воронкообразную, точечную, зияющую, звездчатую). Часто обнаруживают образования, обусловленные погибшими и кальцинированными яйцами шистосом, которые просвечивают через истонченную слизистую оболочку, - «песчаные пятна»; шистосомозные язвы, полипоидные образования. Ценное дополнение к цистоскопическому исследованию - биопсия слизистой

оболочки мочевого пузыря, которая позволяет обнаружить живые или обызвествленные яйца гельминтов у 80-90% больных мочеполовым шистосомозом.

- Ректороманоскопия или колоноскопия (при кишечных шистосомозах) в ранней стадии позволяют выявить гиперемию слизистой оболочки дистального отдела кишечника, эрозии, небольшие язвы; в более поздней стадии - «песчаные бугорки», «песчаные пятна», фиброзные изменения, иногда папилломы или полипы. Широко используют биопсию слизистой оболочки прямой кишки, особенно при диагностике поздней стадии болезни. В биоптате выявляют живые и кальцинированные яйца шистосом.

- Ангиография и лапароскопия. При ангиографии выявляют высокое стояние ворот печени, направленность ветвей воротной вены вниз в виде плакучей ивы, богатство сети внутripеченочных сосудов портальной системы и извитость венул. При лапароскопическом исследовании отмечают характерную коричневатую окраску печени (диффузную или локальную), отложения шистосомозного пигмента, наличие на поверхности печени немногочисленных мелких желтоватых грануляций, подкапсулярных расширений вен и гиперваскуляризованных воспалительных сращений.

- Используют УЗИ органов брюшной полости и малого таза. Дифференциальную диагностику следует проводить между шистосомозами и различными заболеваниями мочеполовой системы (циститом, нефритом, гломерулонефритом, туберкулезом мочевого пузыря, мочекаменной болезнью, новообразованиями почек), заболеваниями кишечника, печени и др. Следует отметить, что особенности клинической симптоматики зоонозов, хроническое течение с относительно медленным нарушением функции различных органов, часто латентное течение с субклиническими проявлениями болезни, маскируют их негативный эффект. Поэтому при диагностике зоонозов необходимо учитывать эпидемиологический анамнез, локализацию паразитов в организме хозяина, табл. 7.3.

Таблица 7.3 - Возбудители зоонозов и их локализация в организме хозяина

№ п/п	Гельминтозы	Возбудители	Локализация
1	нематодозы	<i>T. spiralis</i> (Owen, 1835), <i>T. nativa</i> (Britov et Boev, 1972) <i>T. nelsoni</i> (Britov et Boev, 1972) <i>T. pseudospiralis</i> (Garkavi, 1972)	тонкий отдел кишечника, группы мышц
2	трематодозы	<i>Schistosoma tidae</i> Looss, 1899. <i>Schistosoma haematobium</i> , <i>Sch. mansoni</i> , <i>Sch. interalatum</i> , <i>Sch. japonicum</i>	венозные сплетения мочевого пузыря и дистальных отделов кишечника
2.1.	трематодозы	<i>Fasciola hepatica</i> Linnaeus, 1758 <i>Fasciola gigantica</i> Gobbold, 1855	органы гепатобилиарной системы

Методы диагностика гельминтозов

Существуют две группы методов диагностики гельминтозов - прижизненные и посмертные.

Прижизненная диагностика гельминтозов

Диагноз на гельминтозы при жизни животных ставят на основании результатов лабораторных методов исследований и диагностических дегельминтизаций (прямых методов), а также иммунологических реакций (косвенных методов). Подсобную роль в диагностике гельминтозов играют результаты исследований промежуточных хозяев (при биогельминтозах), клинические симптомы и эпизоотологические данные.

Основные методы диагностики - лабораторные исследования, позволяющие часто обнаруживать возбудителей гельминтозов или их яйца и личинки в экскретах, тканях, органах.

В зависимости от целевого назначения лабораторные исследования

подразделяют на гельминтоовоскопические, гельминтолارвоскопические и гельминтоскопические методы исследований.

1. Гельминтоовоскопические методы исследований позволяют выявлять в экскретах, секретах и соскобах яйца многих паразитических червей. Широко применяется исследование проб фекалий по Фюллеборну, последовательного промывания и др.

2. Гельминтоларвоскопические методы исследований используют для обнаружения личинок гельминтов. Из этой группы применяют исследование фекалий методами Бермана - Орлова, Вайда и др.

3. Гельминтоскопические, или макрогельминтоскопические.

Из лабораторных методов диагностики гельминтозов животных большое практическое значение имеют:

а) гельминтокопрологические исследования (исследование фекалий),

б) исследование выделений других органов и др.

Гельминтокопрологические исследования

Методы гельминтокопрологических исследований разделяют на качественные методы, позволяющие установить, какими видами гельминтов заражено животное, и количественные, дающие возможность судить об интенсивности инвазии, то есть степени зараженности животного тем или иным видом паразитических червей.

Гельминтоовоскопические методы. В ветеринарных лабораториях пробы фекалий животных наиболее часто исследуют гельминтоовоскопическими методами. Их делят

1. на простые (метод нативного мазка) и

2. методы концентрации яиц гельминтов (флотации, осаждения и комбинированные).

Метод нативного мазка.

Методы концентрации яиц гельминтов разделяются на три группы, в зависимости от соотношения плотности яиц гельминтов и жидкости, в

которой взвешены пробы фекалий животных.

Методы флотации. При методах флотации (всплывания) используют насыщенные растворы солей с более высокой плотностью (1,18-1,50), чем яйца паразитических червей. При диагностике некоторых гельминтозов используют также насыщенные растворы технической (гранулированной) селитры, или аммония нитрата с плотностью 1,32 (1500 г на 1 л кипящей воды), натриевой селитры, или натрия нитрата с плотностью 1,38 (соотношение соли и горячей воды 1:1)

Метод Фюллеборна.

Методы осаждения. При методах осаждения (седиментации) пробы фекалий смешивают с водой, плотность которой меньше яиц паразитических червей.

Метод последовательного промывания.

Комбинированные методы. Основаны на принципе осаждения и флотации яиц гельминтов, поэтому более эффективны в сравнении с предыдущими методами исследований. Ввиду сложности эти методы сравнительно редко используют в ветеринарных лабораториях.

Метод Дарлинга.

Гельминтоларвоскопические методы.

Метод Бермана - Орлова.

Метод Вайда.

Упрощенный ларвоскопический метод.

Гельминтоскопические или макрогельминтоскопические методы. При гельминтоскопии (осмотре) фекалий животных можно обнаружить гельминты или их фрагменты, которые выделяются под воздействием медикаментарных средств или самопроизвольно.

7.4.Список нормативных документов Российской Федерации, использованные в процессе выполнения работы

На территории Российской Федерации регистрируются гельминтозы,

возбудители которых передаются человеку через мясо и мясные продукты (далее мясная продукция): трихинеллез и др.

Мероприятия по их профилактике проводят в соответствии с законами Российской Федерации "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" и "О Ветеринарии", "Положением о взаимодействии Госкомсанэпиднадзора России и Главного Управления ветеринарии Минсельхозпрода России и их территориальных органов" от 2 апреля 1993 года (№ 11-30/7-115 и № 19-7/242) с учетом указания Департамента ветеринарии Минсельхозпрода РФ (№13-7-59 от 15.02.96) и Госкомсанэпиднадзора России (№ 4/27-11 от 19.02.96) "Об организации государственного надзора за безопасностью животноводческой продукции", а также действующей нормативной документации Российской Федерации [224].

Контроль за выполнением регламентируемых мероприятий возлагается на органы Государственного санитарно-эпидемиологического и ветеринарного надзоров.

Другие нормативные документы:

- Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан;
- Закон Российской Федерации "О ветеринарии";
- Ветеринарные методические указания ВМУ «Ветеринарно-санитарный осмотр продуктов убоя животных» (утверждены 16 мая 2000 г. N 13-7-2/2012);
- Инструкция о порядке браковки, направления на техническую утилизацию и уничтожение непригодных в пищу мяса и мясных продуктов на мясоперерабатывающих предприятиях (утверждена 10 июля 1996 г.);
- Методические указания МУК 4.2.2747-10. 4.2. «Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы санитарно-паразитологической экспертизы мяса и мясной продукции» (утв.

Роспотребнадзором 11.10.2010);

- Инструкция по проведению государственного контроля и надзора в области ветеринарно-санитарной экспертизы некачественной и опасной продукции животного происхождения, ее использования или уничтожения (утверждена Приказом Минсельхоза России от 6 мая 2008;

- Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 3.2.1333-03 [224];

- Санитарные правила "Профилактика и борьба с заразными болезнями, общими для человека и животных";

- Правила ветеринарного осмотра убойных животных и ветеринарно-санитарной экспертизы мяса и мясных продуктов.

- СанПиН 3.2.1333-03 «Профилактика паразитарных болезней на территории РФ» (Постановление от 30 мая 2003 года № 105).

Таким образом, в ходе выполнения исследований по настоящему проекту нами подготовлена и подана заявка на патент «Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза».

Задачей предполагаемого изобретения является разработка способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, обладающего стабильностью окрашивания клеток и клеточных структур, исключающего необходимость декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждение трихинеллы и созданием предпосылок для проведения объективной диагностики.

Предлагаемое изобретение по сравнению с прототипом и другими известными техническими решениями имеет следующие преимущества: стабильность окрашивания клеток и клеточных структур; исключение необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы и повреждение трихинеллы; создание предпосылок для проведения объективной диагностики; сокращение времени окрашивания; дает возможность многократного использования рабочих растворов красителей;

не требует наличия специального лабораторного оборудования; позволяет сотрудникам ветеринарных и медицинских лабораторий экономить временные и материальные ресурсы.

ВЫВОДЫ

1. При решении задач по резкому снижению заболеваемости гельминтозами следует уделить особое внимание «узким местам» и нерешенным вопросам, важнейшими из которых являются:

- Недостаточная эффективность используемых диагностических методов, их высокая трудоемкость и стоимость;

- Недостаточная научная и технологическая отработка иммунологических методов диагностики;

- Недостаточная изученность распространения и эпидемиологических особенностей ряда природно-очаговых гельминтозов.

2. Полифагия человека облегчает возможность широкого его инвазирования при употреблении в пищу пораженных паразитами мясных или загрязненных растительных продуктов. Контакт человека со многими видами диких и одомашненных животных способствует поддержанию существующих и созданию новых сложных паразитарных систем, включающих человека и животных.

3. Трихинеллез относится к числу опасных зоонозов в Российской Федерации. В последние годы в ряде территорий усложнилась эпизоотическая ситуация по этим зоонозам, выявлены регионы с их территориальной приуроченностью. Основные методы диагностики трихинеллеза - лабораторные исследования, позволяющие часто обнаруживать возбудителей болезни или их яйца и личинки в экскретах, тканях, органах.

ГЛАВА VIII.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА РАЗВЕДЕНИЯ, ВЫРАЩИВАНИЯ, РЕАБИЛИТАЦИИ И РЕИНТРОДУКЦИИ РЕДКИХ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИХ АРЕАЛА

Спасение видов, находящихся под угрозой исчезновения, является одной из главных задач в спектре проблем сохранения биологического разнообразия. Существуют три основных способа сохранения биоресурсов планеты:

- 1) сохранение видов в естественных условиях,
- 2) сохранение и разведение видов в искусственных условиях,
- 3) сохранение генов в законсервированном состоянии.

В настоящее время сохранение и разведение редких видов в искусственных условиях считается наиболее перспективным способом. В.Е.Флинт относит разведение в неволе (*ex situ*) и реинтродукцию животных к основным формам защиты редких видов наряду с законодательной и территориальной охраной. Созданные в местах содержания и разведения популяционные группировки, являются резервом генофонда редких видов, источником для реинтродукции в природу и восстановления угасающих природных популяций.

Основой успешного разведения животных в искусственно созданных условиях является знание их биологии. Однако любое изъятие особей редкого вида для науки в настоящее время не может быть оправдано. Поэтому получение научных данных возможно только при работе с животными, содержащимися в неволе.

Программы сохранения редких видов предусматривают разнообразные работы не только в естественной среде, но и разведение, реабилитацию и последующий выпуск (реинтродукцию = репатриацию) животных в природу. Специально созданные места, где проводятся такие комплексы работ, мы называем центрами разведения, реабилитации и реинтродукции

(репатриации) животных. Такие центры предполагают наличие вольерных комплексов, в которых должна вестись работа с генетическим запасом (= «резервная популяция») зоопарков, выращивание детенышей с обязательным формированием у них видоспецифичных комплексов поведения: пищедобывательного, самосохранения, социального, полового, материнского и т.д. Непосредственное отношение к деятельности таких центров имеет подготовка мест для реинтродукции, а также последующий мониторинг экспериментальных особей.

Главной задачей этих центров является подготовка молодых животных к жизни в естественных условиях. Для ее выполнения необходимо изучение развития поведения в онтогенезе крупных хищников и создание условий для формирования у них видоспецифичного поведения, адекватного охотничьего поведения и избегания человека.

Проект технологического регламента разведения, выращивания, реабилитации и реинтродукции редких видов рыб для восстановления ареала приводится нами в приложении В.

ВЫВОДЫ

1. Значительные возможности в развитии осетроводства имеются в Дагестане, обладающий громадным водным потенциалом. Осетровые являются прекрасными объектами одомашнивания. Большинство из них характеризуются высоким темпом роста и массонакоплением, эффективно использующих разнообразную пищу. Они эвритермны (диапазон толерантности от 1,5 до 27-30°C), эвригалийны, устойчивы неприхотливы к разным манипуляциям, обладают высоким иммунным статусом.

2. Дагестан располагает огромным водным фондом, в частности системой водохранилищ. Однако за последние годы нарушение режима пропусков воды из водохранилищ, а также не редкость маловодных весенних паводков, обводнение этих водоемов характеризуется крайней нестабильностью.

3. Предлагаемая нами технология позволяют культивировать осетровых рыб в бассейнах или садках, в том числе и в шлюзах вододелителя за счет организации комплексов садкового типа как наименее затратной технологии.

ГЛАВА IX.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ НИШ И ХАРАКТЕРА БИОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ УЯЗВИМЫХ ВИДОВ ВОДНЫХ И ПРИБРЕЖНО-ОСТРОВНЫХ СООБЩЕСТВ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

9.1. Общая картина таксономического разнообразия Каспийского моря

Каспийское море-озеро расположено во внутриконтинентальной депрессии на границе Европы и Азии. Обобщенные параметрические характеристики Каспийского моря приводятся в табл. 9.1.

Таблица 9.1 - Параметрические данные Каспия

Площадь, в км ²	Объем воды, в км ³	Протяженность береговой линии, в км	Глубина, в м	Температура поверхности зимой, в °С	Солёность, в ‰
390 000	78 700	7 000	Ср. 208 Макс. 1025	Север 0-0,5 Юг 10-11	0,1-13,7

Каспийское море может условно делиться на три части:

Северный Каспий – мелководная часть с очень изменчивой конфигурацией водного зеркала и площадью до 80000 км²;

Средний Каспий – площадь 138000 км²;

Южный Каспий – площадь 168000 км².

Доклады о состоянии окружающей среды последних лет [225, 226, 227] констатируют высокие темпы сокращения биоразнообразия на всех уровнях организации – от генетического разнообразия внутри отдельных популяций до разнообразия видов и экосистем.

Высокая напряженность экологической ситуации в регионе Каспия, угроза деградации водных и прибрежных природных комплексов в связи с разведкой и эксплуатацией месторождений углеводородов, определяет острую необходимость оценки современного состояния биологического разнообразия самого моря и устойчивости компонентов прибрежных

экосистем. Общая картина видового разнообразия водных экосистем Каспийского моря без строгой дифференциации по крупным систематическим единицам приводится в табл. 9.2.

Одна из характерных особенностей водной биоты Каспийского моря состоит в разнородности источников его формирования, в совместном обитании в море разных по генезису форм. К наиболее богатому видами автохтонному каспийскому комплексу фауны (около 75% общего числа видов) добавляется небольшое число видов средиземноморской (6%) и арктической (3%) фауны, а также выходцев из пресных вод, которые приспособились к обитанию в солоноватой воде Каспия.

Таблица 9.2 - Видовое богатство водных групп биоты Каспия

Группа биоты	Кол-во видов и подвидов	Кол-во эндемичных видов
Фитопланктон	450	
Зоопланктон	315	
Фитобентос	64	
Зообентос	379	310
Рыбы	126	115
Птицы	466	0
Рыбы	1	1

Другая особенность водной биоты Каспийского моря – обеднение фауны и флоры по сравнению с открытыми морями, выпадение целых типов и классов животных и растений, обитающих в полносоленых морях [228, 229]. Тем не менее, биологическое разнообразие Каспийского моря и его прибрежной зоны делает исследуемый регион одним из самых ценных экосистем в мире. Это подтверждается ярко выраженной многоуровневой эндемичностью, наличием основных крупных водных таксономических групп и широким спектром местообитаний (от речных систем до обширных водно-болотные угодий) обеспечивающих разнообразие флоры и фауны.

Качественные и количественные особенности биоты Каспийского моря вполне объяснимы, если взять во внимание его неоген-четвертичную историю.

Известно, что в среднемиоценовое время третичного периода на юге Европы, покрывая область современного положения Черного, Азовского и Каспийского морей, существовало обширное, соединяющееся с океаном полносоленое море (Среднемиоценовый бассейн) с типичной морской фауной – часть исчезающего древнего моря Тетис. В результате тектонических процессов произошло постепенное обособление этого бассейна от океана и его раздробление на более или менее изолированные части, которые опреснялись под влиянием поступления массы речной воды.

В верхнем миоцене на месте Среднемиоценового бассейна сформировался обособившийся от океана солоноватоводный Сарматский бассейн, в котором сохранилась часть исходной морской фауны Тетиса в виде изолированных популяций. Последующая история формирования Каспия связана со сменой фаз осолонения и опреснения в результате возобновления связи с океаном (Меотический бассейн) или полного отделения от него (Понтическое озеро-море). В ходе этих последовательных этапов преобразования гидрологического и гидрохимического режима водной среды исходная морская фауны подверглась интенсивным эволюционным преобразованиям. Естественно в результате произошедших с морской средой изменений часть исходной фауны вымерла, а другая стала основой новой самобытной (автохтонной) солоноватоводной фауны.

В плиоцене (конец понтического времени или несколько позднее) бассейн Каспийского моря отделился от западной (черноморской) части Понтического озера-моря и с этого времени формирование фауны в этих двух бассейнах происходило самостоятельно и различно [228, 229].

В дальнейшем Каспийское море неоднократно опреснялось и меняло свои размеры, имело место и некоторое повышение солености. В периоды сильного опреснения, когда увеличивалось количество пресноводных форм, солоноватоводная каспийская фауна сохранялась в убежищах с подходящей соленостью, а с наступлением благоприятных условий снова распространялась по всему морю. Группа солоноватоводных организмов

является наиболее древней в Каспийском море, т.к. именно в этой группе регистрируется наибольшее число эндемичных видов и родов.

9.2. Роль Среднего Каспия в формировании и сохранении эндемичной фауны

В четвертичное время соленость воды в Каспийском бассейне не превышала, по мнению Я.И. Старобогатова [230], солености 12‰.

Для солености океанических вод 5-8‰, разделяющей фауны разного происхождения, был предложен О. Кинне [231] термин «хорохалиникум» («*horeo*» с греч. «разделяю»), а в русскоязычной литературе закрепился термин «хорогалинная зона» [232, 233, 234, 235].

Попытки разграничить воды Каспийского моря по градиенту солености и составу фауны предпринимались неоднократно. Так, Б.М. Логвиненко [236] зону с соленостью 3-7‰ выделяет под названием «полипойкилогалинной зоны». Данная зона, по его мнению, характеризуется относительно бедным качественным и количественным составом донной фауны. Выделенная зона выполняет функции барьера, защищающего вновь возникшие формы при вселении морских организмов в пресные воды. Обращает на себя внимание соленость в 3-7‰, что сближает «полипойкилогалинную зону» Б.М. Логвиненко с хорогалинной зоной вод океанического состава. Обсуждая распределение фауны Каспийского моря по акватории, Л.А. Зенкевич [229] принимает деление его вод на две зоны:

- ареал солоноватоводной фауны, приуроченной к меньшей солености, со значительной примесью пресноводных форм – соленость менее 7-8 ‰.
- ареал солоноватоводной фауны, приуроченной к большей солености, с большей примесью морских иммигрантов – соленость от 7-8 до 13 ‰.

Универсальным барьером, разделяющим морскую и пресноводную фауны, является зона критической солености, или хорогалинная зона 5-8 ‰ для вод с океаническим составом солей [233, 237, 238, 239], «...определившая

направление развития органического мира в далеком прошлом и ряд существенных свойств современных биохимических и клеточных структур, видовых адаптаций и структуры фаунистических комплексов» [233]. Недавно были вторично описаны процессы, характеризующие воды в области зоны критической солености под названием «маргинальный фильтр океана» [240].

Барьерные значения солености разделяют акваторию на адаптивные зоны, для освоения которых живому необходимо преодолеть ограничивающие их барьеры. Преодоление барьерных соленостей в процессе эволюции жизни в водной среде осуществлялось за счет приобретения и совершенствования разнообразных осморегуляторных механизмов, которые, вероятно, следует рассматривать как морфофизиологические адаптации аргонного ранга. Разнообразие морфофункциональных адаптаций обеспечивало гидробионтам освоение всего комплекса природных поверхностных вод. В зависимости от особенностей развития морфофизиологических адаптаций, как у групп организмов, так и у отдельных видов осваивались соответствующие водные массы или же при совершенных осморегуляторных механизмах – водные массы с широким градиентом солености.

Особое значение барьерные солености должны были иметь при формировании солоноватоводной эндемичной фауны. Ярким подтверждением этого положения служат специфическая фауна средней части Каспийского моря и распространение «каспийской фауны» в Азово-Черноморском бассейне.

Для адаптации автохтонной водной фауны в Среднем Каспии на протяжении всей истории самого моря складывались благоприятные условия. Поэтому эволюция видов фауны в условиях постоянного колебания уровня и режима солености протекала в двух противоположных направлениях. Во-первых, путем выработки эвригалинности, то есть приобретения морфофизиологических адаптаций, позволяющих существовать в условиях широкого градиента солености, что особенно важно в условиях

непостоянства режима солености самой водной среды. Во-вторых, после стабилизации режима солености и в условиях ее определенного постоянства в геологических масштабах времени был возможен путь приобретения стеногалинности или выработки адаптаций для обитания в пределах конкретной водной массы с формированием специфической олигогалинной или мезогалинной фауны, не встречающейся в других водных частях моря-озера. Присутствие специфической, большей частью эндемичной, олигогалинной или мезогалинной фауны – это свидетельство особых путей развития экосистемы водоема.

Под влиянием смены фаз опреснения и осолонения автохтонная каспийская фауна развивалась и изменялась, а ее отграничение от азово-черноморских фаун способствовало, с одной стороны, автохтонному видообразованию, с другой – сохранению реликтовых форм.

Наиболее характерные представители водной каспийской фауны – Gobiidae и Clupeidae из рыб, Amphipoda, Cumacea, Mysidacea, Polyphemidae из ракообразных, Ampharetidae из полихет, Dreissenidae, большинство Cardiidae и Gastropoda из моллюсков, некоторые Hydrozoa и Porifera.

Для многих групп автохтонной каспийской фауны характерен бурный процесс видообразования. Многочисленные виды и формы образовали бычковые и сельдевые рыбы, ракообразные, двустворчатые и брюхоногие моллюски. Характерна также высокая степень эндемизма: не менее 60% форм, обитающих в Каспии, нигде больше не встречаются [228, 241].

В разные исторические периоды опреснения Каспийского моря в него проникали пресноводные формы, приспособившиеся в дальнейшем к последующему осолонению. Это карповые, окуневые, щуковые, сомовые, вероятно, осетровые рыбы; олигохеты из червей; коловратки и часть ветвистоусых из ракообразных; насекомые; зеленые и сине-зеленые водоросли. Эти группы формируют пресноводный комплекс современной биоты Каспия.

В послеледниковое время по системе рек и озер в Каспийское море

иммигрировал ряд форм Северного Полярного бассейна, главным образом ракообразные и рыбы, составляющие небогатый видами арктический комплекс фауны Каспия. К каспийским формам арктического комплекса, сохранившим еще тесную связь с их сородичами из Ледовитого океана, следует, вероятно, отнести и каспийского тюленя [228, 229].

В четвертичное время, уже после окончательного разъединения Каспийского и Черного морей и соединения Черного моря с Средиземным, вследствие повышения уровня Каспия несколько раз устанавливалась его связь с Азовским морем через Кумо-Манлычскую впадину. Возникла возможность проникновения каспийской фауны на запад, а средиземноморской на восток. Вероятно, по проливу, соединяющему Каспийское море с Азово-Черноморским бассейном, в Каспий проникли несколько средиземноморских форм (рыбы – атерина и морская игла, моллюск *Cerastoderma*, полихета *Fabricia sabella*, морская трава *Zostera minor* и некоторые другие, составившие средиземноморский комплекс фауны Каспийского моря.

Помимо рассмотренных выше работ, во многих исследованиях донной фауны Каспийского моря содержится информация, позволяющая уточнить положение хорогалинной зоны и других барьерных соленостей в Каспийском море. Например, А.А. Шорыгин [242], рассматривая бентос Северного Каспия, разбивает северо-каспийских двустворчатых моллюсков на три группы.

1. Группа видов, приуроченная к наименьшим соленостям: *Adacna minima*, *Adacna plicata*, *Adacna laeviuscula*, *Dreissena polymorpha*. Средние солености от 3,68 до 6,18‰.

2. Группа видов, приуроченная в наибольшей степени к средним (с точки зрения Северного Каспия) соленостям: *Monodacna edentula*, *Monodacna caspia* и *Didacna trigonoides*. Средние солености от 8,5 до 10,5‰.

3. Группа видов, приуроченная к наивысшим соленостям Северного Каспия: *Didacna barbotdemarnyi*, *Dreissena caspia*, *Mylaster lineatus*, *Cardium*

edule. Средние солености от 11 до 12‰.

Нижняя граница распространения таких средиземноморских и солелюбивых реликтовых моллюсков, как *Mytilaster*, *Cerastoderma*, *Didacna*, *Abra* находится в пределах солености 8-9 ‰ и более [243]. При этом отмечается, что морские организмы – выходцы и вселенцы из Средиземноморского бассейна наиболее высокую биомассу образуют обычно в западной половине Северного Каспия, где наблюдается постоянный приток среднекаспийских соленых вод и имеется прямой путь для иммиграции личиночных форм из Среднего Каспия, в котором эти организмы имеют широкий ареал и высокую численность.

Л.Г. Виноградов [244], Е.А. Яблонская и В.Ф. Осадчих [243] отмечал, что организмы солоноватого комплекса (моллюски монодакна, дрейссена, дидакна), населяющие районы, несколько удаленные от устьев рек, не переносят ни сильного опреснения, ни сильного осолонения. Поэтому в годы сокращения волжского стока и повышения солености Северного Каспия биомасса этих видов уменьшается.

Достаточно показательной представляется схема, иллюстрирующая картину распространения кардиид в Северном Каспии. Из данной схемы следует, что кардииды в своем распределении приурочены к зонам определенной солености:

- от чуть менее 5 до 10‰ – *Nurpanis minima*;
- 10‰ и несколько ниже – *Monodacna edentula* и *Didacna trigonoides*;
- 10‰ и выше – *Didacna barbotdemarnyi* и *Cerastoderma lamarcki*.

Учитывая распространение чисто пресноводных видов, ограниченное преимущественно изогалиной 2‰, можно предположить, что в Каспийском море помимо хорогалинной зоны, разделяющей эвригалинные виды морского происхождения и олигогалинные виды, существует и барьерная соленость, отделяющая олигогалинную фауну от пресноводной. Точное положение барьерных зон выделить практически невозможно и поэтому

берется достаточно широкий диапазон. В Каспийском море хорогалинная зона располагается в области 8–10‰, а первая барьерная соленость, отделяющая пресноводную фауну от олигогалинной – 2–4‰ [245].

Гидрохимическими исследованиями В.В. Гордеева [246] выявлено, морские и речные воды, смешиваясь в эстуарных зонах, инициируют возникновение барьерных соленостей через изменение физико-химических свойств воды. В речной воде солевой компонент локализован, в основном, в форме взвесей. Значительное снижение взвешенного материала отмечается при уровне солености в 2‰, а при солености более 5‰ в морской воде соли на 98% переходят в растворенное состояние [246]. Смешение вод в эстуарных зонах обеспечивает возникновение широкого спектра переходных вариантов солености от гидрокарбонатно-кальциевых до хлоридно-натриевых вод. Особо резкие изменения относительно содержания основных ионов происходят при солености менее 2‰. Преобразование ионного состава вод продолжается до солености 5‰, при солености выше 10‰ относительное содержание ионов практически не меняется [247].

В проявлении феномена барьерных соленостей необходимо учитывать историю формирования фаун. Когда две водные массы имеют достаточно большой объем и существуют в пределах одного водоема длительное в геологических масштабах время и с постепенным переходом одной в другую, то у обитателей такого водоема вырабатываются морфофизиологические адаптации для свободного преодоления барьерных соленостей. Наиболее показательны в этом плане представители семейства Podonidae Каспийского моря, выработавшие в процессе эволюции способность к амфиосмотической регуляции гемолимфы, которая позволяет им легко преодолевать мезогалинный барьер. Представители этого семейства в водах океанического состава способны только к гипоосмотической регуляции [248, 249, 250, 251]. При проникновении в Каспий *Pleopis polyphemoides* менее чем за двадцать лет восстановил амфиосмотическую регуляцию гемолимфы, хотя до этого при обитании в открытых морях демонстрировал как в природе, так и в

эксперименте, способность только к гипоосмотической регуляции [249, 250].

Гидрологический и гидрохимический режим внутриконтинентальных водоемов (без связи с океаном) обусловлен объемом стока, долговременными климатическими и эрозионными процессами и т. п. Даже самый крупный из них – Каспийское море – в своей истории не только неоднократно испытал периоды осолонения и опреснения с переходом через соленостные барьеры, но и периоды превращения в гипергалинные водоемы (Балаханский век). Тем не менее, только во внутренних водоемах, лишенных связи с океаном, возможно существование олигогалинных и мезогалинных водных масс длительное время, достаточное для формирования специфической фауны.

Особенностью освоения континентальных водоемов, облегчающей преодоление барьерных соленостей, следует считать однонаправленный процесс вселения из пресных водных масс в олигогалинные, а затем и в мезогалинные водные массы. Вероятное отсутствие конкуренции в первый момент внедрения в следующую водную массу значительно облегчало преодоление барьерных соленостей. С другой стороны, отчленившиеся водоемы с типичной морской фауной в процессе опреснения могли сохранить только небольшое количество видов, способных обитать в олигогалинной или мезогалинной водной массе, на основе которых происходило формирование эндемичных родов и семейств.

В Каспийском море, где с акчагыльского времени отмечались колебания уровня от -30 до $+70$ м, по сравнению с современным (Старобогатов, Ситникова, 1992), сохранились представители мезогалинной специфической фауны, в том числе видов *Dreissena* (*D. grimmi*, *D. pontocaspica*, *D. compressa* и *D. distincta*). Вероятно, в Каспии помимо колебаний солености большое значение имели и конкурентные взаимоотношения с представителями подрода *Dreissena* (s. str.), с которыми сохранившиеся представители викарируют по вертикали, встречаясь с глубины 20 м, тогда как другие виды *Dreissena* заселяют мелководья.

Анализ распределения современных солоноватоводных кардиид

Каспия обнаруживает существование двух обширных групп, приуроченных к олигогалинным (род *Huранis* частью) и мезогалинным (род *Didасna* и род *Huранis* частью) водным массам. При этом одновременное обитание в водоеме всех представителей обоих родов возможно только при наличии обширных олигогалинной и мезогалинной водных масс, что имеет место в современном Каспии и, вероятно, было характерно для палеоводоемов. В прежние геологические эпохи эти моллюски были распространены гораздо шире и считаются производными морской фауны, освоившими солоноватые (мезогалинные и олигогалинные) воды в неогене, в частности, *Didасna* известны с понтийского времени, *Huранis* – с апшеронского [252, 253].

Более интересно распространение *Huранis* и *Didасna* в современном Каспии, большую часть акватории которого занимают мезогалинные водные массы, сменяющиеся в Северном Каспии олигогалинными. Практически все *Didасna* приурочены к мезогалинным водным массам, только *Didасna trigonoides* проникает в олигогалинные районы. Среди эндемичных гипанисов выстраивается ряд видов, сменяющих друг друга вдоль градиента солености: в мезогалинных водных массах это, например, *Huранis caspia* и *Huранis angusticostata*, в олигогалинных водных массах *Huранis vitrea glabra*.

Показательно видообразование в олигогалинных и мезогалинных водных массах на примере таких специфических пресноводных видов, как легочные катушки рода *Anisus*. Современные *Anisus* обитают в пресных водах [254], исключением являются четыре вида [253], предки которых в отдаленные геологические эпохи, преодолев соленостные барьеры, проникли в олигогалинные, а в последующем и в мезогалинные водные массы. Распространяясь в соответствии с распределением пищевого материала первоначально, вероятно, в мелководных районах этих водных масс, *Anisus* радируют, осваивая затем и глубоководные районы. Изменение солености, перемещение и, вероятно, уничтожение в результате неоднократно повторяющихся природных катаклизмов определенных водных масс вместе с населяющей их фауной привело к разрыву последовательного ряда видов,

освоивших различные глубины в пределах олиго- и мезогалинных водных масс. *Anisus* в Каспии – это остатки древней запредельно специализированной группы. Иными причинами, нежели вымиранием промежуточных форм при уничтожении водных масс, сложно объяснить разрыв по градиенту солености, захватывающий два барьера, в распределении современных *Anisus*, обитающих и в пресных водных массах в бассейне современного Каспия, и на глубинах 30-200 м в пределах мезогалинных водных масс моря.

9.3. Некоторые закономерности вертикального распределения биоты в Среднем Каспии

Примерно 37,9 % площади Каспия занимают глубины более 100 м, 31,2 % - более 200 м. Если же брать лишь морскую часть, Средний и Южный Каспий, в которых и расположены две глубоководные котловины, то глубины более 100 м составляют 49,8 %, а более 200 - 41,1 %, причем для Среднего Каспия эти значения будут 45,6 и 32,6 %, а для Южного - 53,7 и 48,9 % соответственно (рис. 9.1; [255]). Однако центральная, глубоководная часть Каспия заселена значительно хуже, чем прибрежная с глубинами менее 100 м.

Распределение фитопланктона по акватории Каспия в целом равномерно: количество и биомасса одноклеточных планктонных водорослей в 1 м^3 поверхностного слоя примерно одинаково и в прибрежье, и над каспийскими котловинами [256]. Согласно картам распределения зоопланктона, в 1 м^3 поверхностного слоя биомасса значительно увеличивалась в прибрежной, мелководной части, тогда как под 1 м^2 увеличение наблюдалось в центральной части моря. Происходит это оттого, что хотя в прибрежной части концентрация зоопланктона выше, в центральной части резко возрастает объем обловленного столба воды. Основная биомасса зоопланктона концентрируется на глубинах до 150-200 м, однако многие виды совершают вертикальные миграции, опускаясь днем на глубины до 400-600 м [257]. Сходное вертикальное распределение имеют

питающиеся зоопланктоном пелагические рыбы. В целом, такое вертикальное распределение типично для большинства морей. Однако вертикальное распределение бентоса в Каспии заметно отличается.

Уже при первых исследованиях бентоса глубоководной части Каспия, в работах О.А. Гримма [258] и Н.М. Книповича [259, 260], было отмечено его необычное вертикальное распределение, заключающееся в резком уменьшении биомассы, численности и видового разнообразия донной фауны на глубине около 60-100 м. При последующем более подробном изучении распределения всего бентоса, после съемок 1935 и 1956 гг., охвативших все глубины (рис. 9.1), было выяснено, что в различных частях Каспия глубина границы резкого снижения биомассы может изменяться, однако в целом это явление сохраняется неизменным, количество бентосных организмов в глубоководных котловинах минимально [228, 261]. Поскольку эти, как и все последующие, съемки проводились в первую очередь как рыбохозяйственные исследования, все дальнейшие бентосные съемки Каспия, направленные на изучения динамики происходящих изменений, проходили до глубины 200 м.

Явление столь резкого снижения биомассы, численности и видового состава с глубиной, необычное для большинства морей, вызывало естественный интерес. Наиболее простое и достаточно логичное его объяснение было дано Л.А. Зенкевичем [228], связавшим, скорее всего по аналогии с Черным морем, распределение организмов с распределением кислорода (рис. 9.2). В последующие годы были получены новые материалы, и некоторые из них вошли в противоречие с этой гипотезой. С другой стороны, накопление материалов по количественному распределению бентоса, а также рыб, планктона, особенностям гидрологического и гидрохимического режимов моря позволило создать более полное представление о процессах, происходящих в Каспии.

В августе, октябре 1986 и феврале 1987 гг. в Среднем и Южном Каспии были проведены три бентосные съемки до глубины 200 м [37].

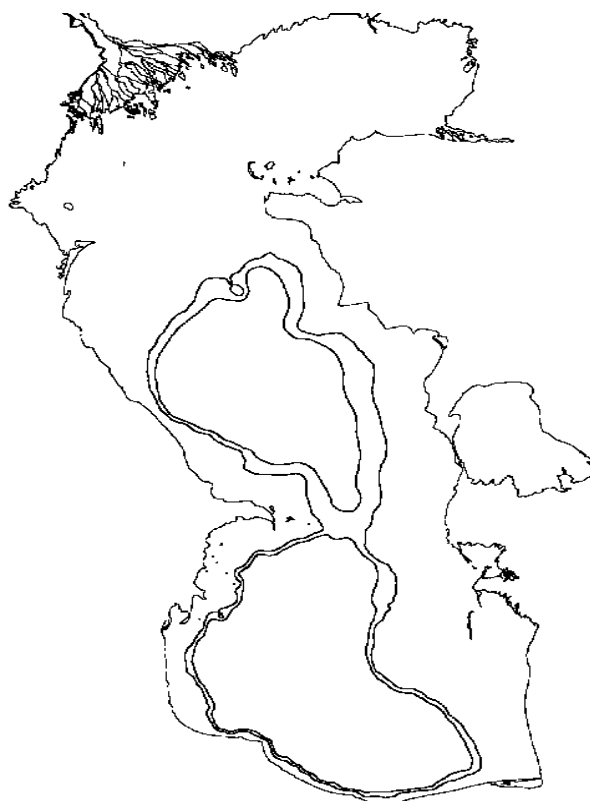


Рисунок 9.1. Изобаты 100 и 200 м

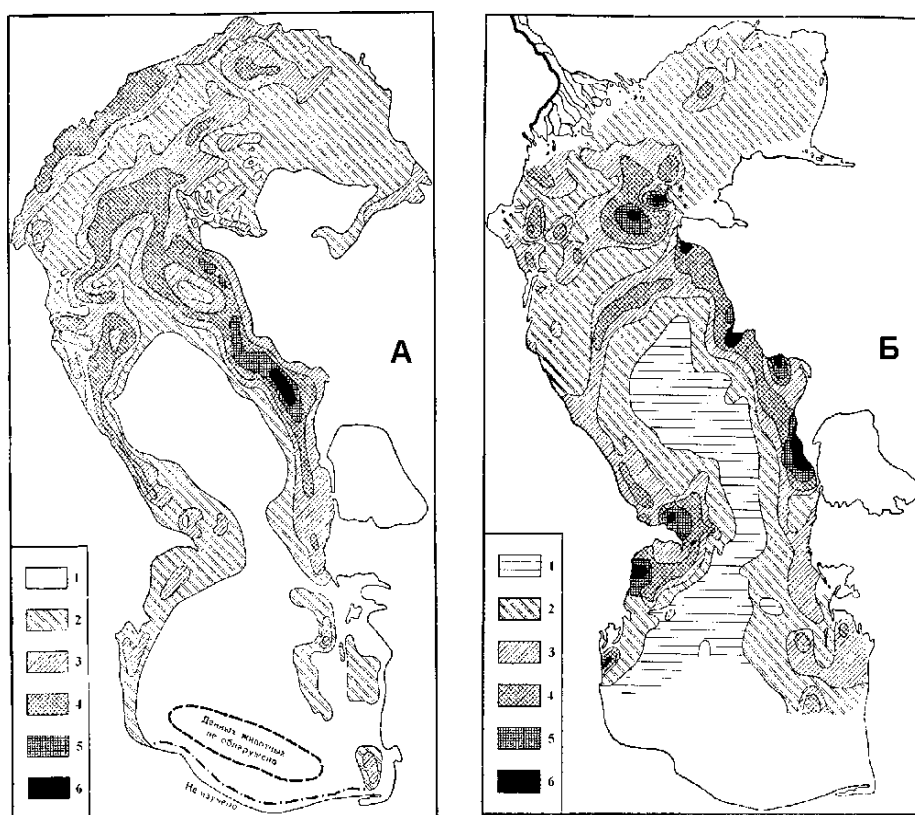


Рисунок 9.2 - Распределение биомассы бентоса ($\text{г}/\text{м}^2$), по данным съемок 1935 (А: [229]) и 1956 гг. (Б: [261]):
 1 - менее 1; 2 - 1-30; 3 - 30-100; 4 - 100-500; 5 - 500-1000; 6 - более 1000

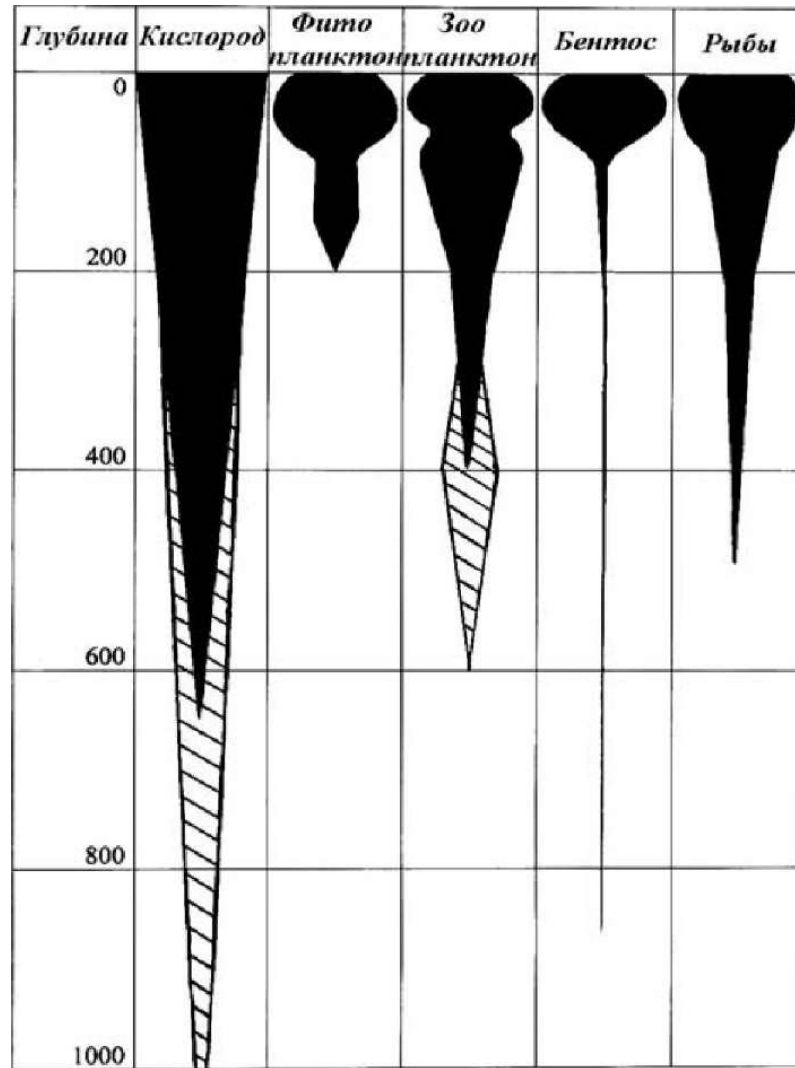


Рисунок 9.3 - Схема вертикального распределения в Каспии кислорода, фито- и зоопланктона, бентоса и рыб (по: [228], с дополнениями). Заштриховано: в графе «Кислород» содержание в период низкого уровня моря; в графе «Зоопланктон» - вертикальные миграции

Распределение биомассы бентоса (рис. 9.4) определялось в первую очередь двустворчатыми моллюсками, и различалась у разных берегов Каспия. Вдоль западного побережья Среднего Каспия наибольшую биомассу образовывали отдельные пятна митилястера (*Mytilaster lineatus* (Gmelin)), расположенные неравномерно на небольшой глубине, поэтому на глубинах до 30 м, в районе сильного течения у Избербаша и Дербента, наблюдались повышения биомассы до 1000-1200 г/м², а на Аграханском мелководье и у Махачкалы абра (*Abra ovata* (Philippi)) и полихета nereis (*Nereis* (Neanthes))

diversicolor O.F. Muller) создавали биомассу до 300 г/м², тогда как на других станциях в этом диапазоне глубин она составляла в среднем 50-60 г/м², редко превышая 100 г/м² и понижаясь на прибрежных (с глубиной до 10 м) станциях. На глубинах более 30 м биомасса снижалась, составляя в среднем 30-60 г/м², хотя колебания возможны от 2 до 400 г/м²; глубже 60 м редко превышала 10-12 г/м², а после 100 м - 5-10 г/м². У восточного берега на отдельных станциях мелководья, благодаря митилястеру, биомасса составляла 2000-2500 г/м², хотя на соседних станциях с такими же глубинами она могла не превышать 100-200 г/м². Глубже 15 м митилястер замещался дрейссеной (*Dreissena rostriformis* (Andr.)) и автохтонными кардидами (*Didacna*, *Huранis*), биомасса распределена равномерней, совершая колебания в пределах 300-800 г/м² и не образуя очень высоких значений. На глубинах более 60 м происходило снижение биомассы сначала до 10-15 г/м², а после 100 м - до 3-6 г/м². В Южном Каспии на глубинах до 15 м биомасса не превышала 30-40 г/м², хотя на мелководье севернее устья Куры существует стабильное пятно митилястера с биомассой более 2000 г/м². На глубинах 15-30 м биомасса повышалась за счет абры и нерейса до 80-250 г/м², но затем на глубине 30-60 м вновь снижалась до 30-80 г/м² и до 1-6 г/м² глубже 60 м. На глубинах 150-200 м практически по всему Каспию биомасса бентоса колебалась в пределах от 0,7 до 2 г/м², однако на отдельных станциях возрастала до 10 г/м² за счет единичных, крупных особей изоподы *Mesidotea entomon* (G.O. Sars).

В распределении численности бентоса таких перепадов, как в распределении биомассы, не наблюдалось, но и здесь зафиксировано снижение количественных показателей с глубиной, хотя и не столь яркое. Максимальная численность, в 20000-40000 экз/м², определялась большим количеством мелких (с массой 0,1-1 мг) ракообразных, представленных в основном молодью, у восточного берега Среднего Каспия на глубине 25-35 м. У западного берега на глубинах 25-50 м численность составляла 5000-15000 экз/м², тогда как на 50-100 м снижалась до 3000-5000 экз/м², а на 10-15

м даже до 1000-2000 экз/м². В Южном Каспии на мелководье численность бентоса составляла 1000-2000 экз/м², повышаясь до 2000-5000 экз/м² на 25-50 м, а затем понижаясь вновь до 1000-2000 экз/м² на 50-100 м. Глубже 100 м численность бентоса всюду изменялась в пределах 300-2000 экз/м².

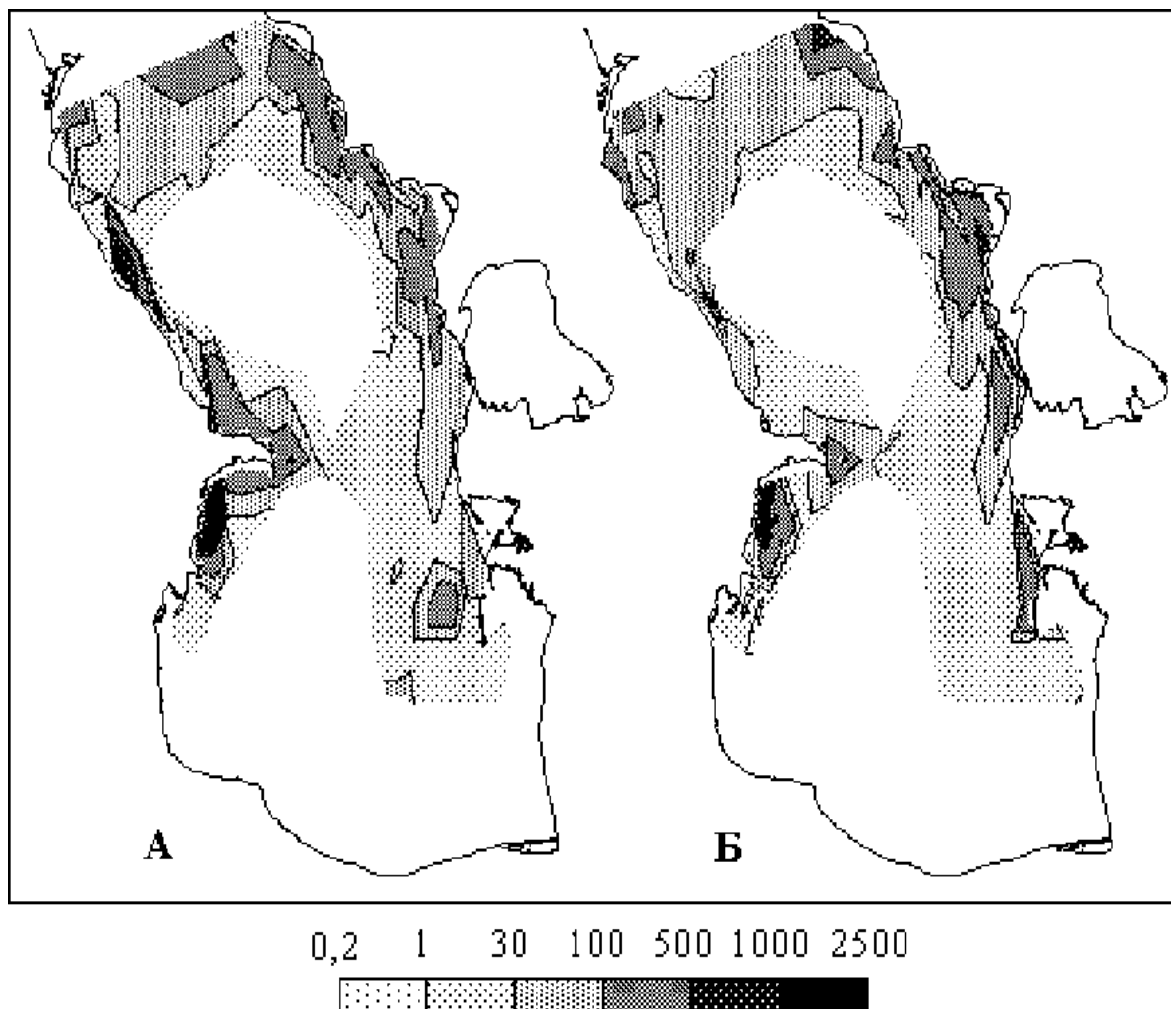


Рисунок 9.4 - Распределение общей биомассы бентоса в Среднем и Южном Каспии в октябре 1986 (А) и феврале 1987 (Б) гг., г/м²

У восточного берега Среднего Каспия были найдены практически все бентосные виды, тогда как у западного берега Среднего и в Южном Каспии наблюдалось небольшое снижение их количества. Тем не менее, вертикальная структура распределения числа видов всюду примерно одинакова. Наибольшее видовое разнообразие встречалось на глубинах 15-30 м. На мелководье преобладали немногочисленные стенобатные виды, нижняя граница распространения которых 15-25 м. Глубже, до 50-100-200 м, идет группа эврибатных видов, многие представители которой обитают и на

самых малых глубинах, тогда как верхняя граница других не поднимается выше 25-30 м. Многие из них способны опускаться до 400-800 м, однако многочисленны только на глубинах 25-70 м, в некоторых случаях до 100 м, и только этот диапазон глубин можно считать основной их ареалов, поскольку глубже численность, частота встречаемости и плотность поселений падает столь резко, что эту часть ареала можно квалифицировать как зону выселения. Наконец, стенобатные виды арктического происхождения приурочены к холодным водам и обитают на глубинах от 30 до 200 м, образуя скопления на 50-150 м. Только олигохеты и хирономиды (рис. 9.5), виды пресноводного происхождения, встречались практически равномерно, с некоторым увеличением численности и биомассы с глубиной, от самых верхних горизонтов до 200 м и более, а при исчезновении прочих видов становились основными представителями бентоса, что происходило на глубинах, превышающих 100 м. Из всех известных видов лишь один, *Didacna profundicola* Logv. et Star., обитающий на глубинах 75-409 м [262], можно отнести к специфической глубоководной фауне Каспия.

В связи с этим остается непонятным, чем руководствовался А.Г. Тарасов, говоря о большом видовом разнообразии населения глубоководных впадин [263] и выделяя Средне- и Южнокаспийскую псевдоабиссальную зоогеографические провинции [264], причем делая это на основании тех же материалов, по которым ранее были сделаны прямо противоположные заключения [228], добавив к ним лишь данные восьми глубоководных станций, на которых был найден один живой организм [265].

Таким образом, наблюдения 1986-1886 гг. полностью подтвердили первоначальные заключения, зафиксировав при этом и несколько интересных особенностей. Так, виды пресноводного происхождения, олигохеты и хирономиды, реагируют на увеличение глубины слабее, чем морского происхождения, и значительно лучше осваивают большие глубины. Обитающий на больших глубинах вид *D. profundicola* квалифицируется как специфический глубоководный. И, наконец, наблюдение, казалось бы, не

имеющее напрямую отношение к обсуждаемой проблеме: единственным организмом, найденным в восьми пробах с глубин 400-800 м в Южном Каспии, оказался средиземноморский вселенец, *N. diversicolor* [265].

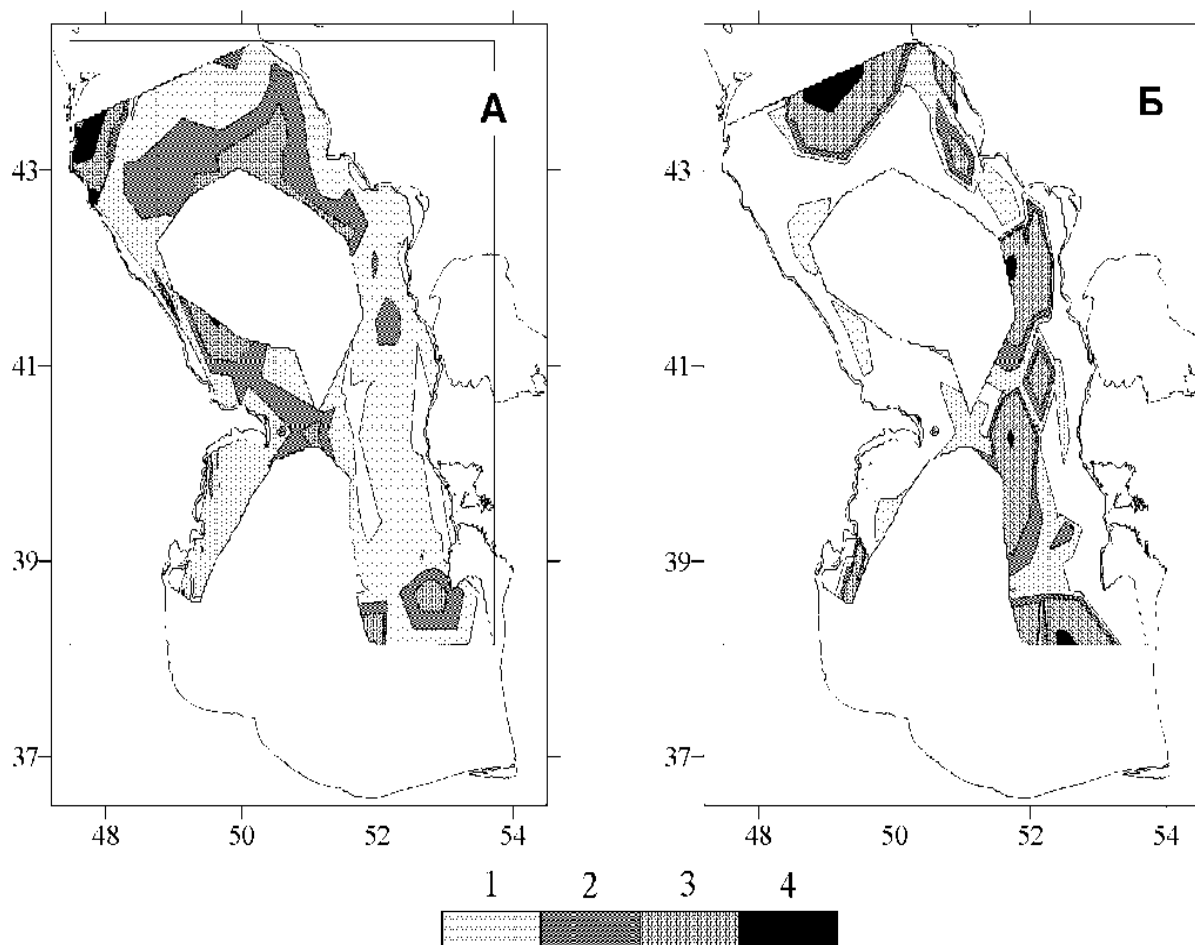


Рисунок 9.5 - Распределение биомассы (г/м²) олигохет (А): 1 - менее 1; 2 - 1-2; 3 - 2-5; 4 - 5-15 и хирономид (Б): 1 - менее 0,05; 2 - 0,05-0,1; 3 - 0,1-0,5; 4 - 0,5-1. Точки – станции

Так чем же кроме снижения концентрации кислорода можно объяснить подобное распределение и почему в фауне Каспия смог сформироваться лишь один глубоководный вид?

Действительно, из-за особенностей геоморфологического строения и циркуляции вод содержание кислорода в котловинах Среднего и особенно Южного Каспия ниже, чем в верхних слоях. В котловину Среднего Каспия воды, насыщенные кислородом, поступают в зимнее время в результате плотностного стока холодных вод из северных районов моря, а Южного - в период зимнего вертикального перемешивания, когда осолоненные за счет

интенсивного испарения воды охлаждаются и тонут [266]. Однако при теплой зиме поступление вод, насыщенных кислородом, в Среднем Каспии затрудняется, а при холодном лете в Южном значительно уменьшается глубина зимнего вертикального перемешивания. В случае повторения этих условий несколько лет подряд на глубине 600-800 м возникает дефицит кислорода, возможно даже появление сероводорода. В период низкого уровня моря в 40-80-е гг. прошлого века на глубине 200 м содержание кислорода колебалось от 3,0 до 6,8 мл/л, а на глубине 800 м - от 1,5 до 4,0 мл/л. При высоком уровне, наблюдавшемся до 30-х и с 90-х гг. прошлого века по настоящее время, повышается стратификация вод и происходит снижение содержания кислорода: в 2002 г на глубине 200 м 2,3-4,0 мл/л и 1,0-2,2 мл/л - на 800 м (рис. 3, [267, 268]). Тем не менее, такое содержание кислорода вполне достаточно для развития подавляющего большинства донных организмов, неплохо переносящих дефицит кислорода: так, например, на мелководье Северного Каспия амфиподы живут и размножаются при 0,7-1,5 мл/л [269]. При сравнении распределения бентоса в периоды высокого и низкого уровня вод реальных отличий в вертикальном распределении отмечено не было. Прямых данных, указывающих на то, что в котловинах Каспия возникали заморы, способные уничтожить всю фауну, найти не удалось, но за длительное время существования Каспия как самостоятельного водоема вполне могли быть периоды, когда в глубинных водных массах образовывался глубокий дефицит кислорода. Однако если и предполагать, что в котловинах возникал дефицит кислорода и сероводородное заражение, верхняя часть континентального склона оставалась доступной для развития организмов. Это подтверждается хотя бы тем, что в Каспии все-таки сформировался вид, способный существовать в таких условиях, - *D. profundicola*.

Таким образом, предположение, что отсутствие донного населения в котловинах Каспия обусловлено недостатком кислорода, имеет под собой основу, однако это явно не единственный фактор, ответственный за подобное распределение бентоса.

Еще один фактор, традиционно влияющий на распределение бентоса, - трофические условия. Содержание органического вещества в осадках (C_{org}) в глубоководной части значительно выше, чем в шельфовой зоне (2-3 % против 0,5-1 %: [270]). И хотя там оно в большей степени окислено и, соответственно, его питательные свойства ниже, кормовые качества детрита в котловинах не должны существенно уступать шельфовым. Другое дело - количество придонной взвеси, которой питаются формирующие большую биомассу сестонофаги. С глубиной интенсивность придонных течений снижается, и митилястер, создающий основные скопления в зоне волнового перемешивания, замещается образующей значительно более низкую биомассу дрейссеной, а та, в свою очередь, автохтонными кардидами. У восточного берега, где сестонофаги формируют основную биомассу, на глубинах более 70 м интенсивность придонных течений снижается, дрейссена и кардииды встречаются значительно реже, но, тем не менее, могут спускаться до 180 м, не образуя, правда, при этом значительной биомассы; глубже встречается лишь *D. profundicola*. Таким образом, одной из причин снижения биомассы бентоса может быть уменьшение количества взвешенного вещества, служащего пищей видам, создающим высокую биомассу. Однако уменьшение количества взвешенного вещества происходит постепенно, не столь резко, как у бентоса, и на глубинах 150-200 м его величина остается существенной.

Причина резкого уменьшения количества бентоса с глубиной следует искать в комплексе факторов, из которых два вышеперечисленных создают в верхней части континентального склона условия, несколько худшие по сравнению с шельфом, но основным оказывается фактор (точнее, его последствия), играющий для донной фауны Каспия очень большую роль - выедание бентосоядными рыбами.

Оценить интенсивность выедания достаточно сложно: количественному учету эта характеристика не поддается, специальных методик пока не существует. Можно лишь давать достаточно субъективную оценку (слабое, среднее, сильное, очень сильное), основанную на преимущественно косвенных

данных: сравнение величины кормовой базы и количества ее потребителей, биологических характеристик рыб (скорость роста, жирность) в разных водоемах; изменения в бентосе, происходящие после миграций его основных потребителей, анализ размерной структуры кормовых объектов.

Бентосом в Каспии питаются вобла, лещ, все виды бычков и пуголовок, однако основные его потребители - осетр и севрюга, а также молодь всех осетровых. В Каспии кормовая база служит основным ограничителем развития бентосоядных рыб. В Северном Каспии, до вселения абры и нерейса, при средней биомассе бентоса в 8 раз ниже, чем в Азове, биомасса бентосоядных рыб была в полтора раза выше, то есть на единицу биомассы бентоса приходилось в 10-15 раз больше его потребителей [271], при том, что, кормовой бентос в Азове используется на 6-11 % [272]. Темп роста и степень жирности бентосоядных каспийских рыб ниже, чем у тех же видов в Азове; темп роста каспийских рыб с коротким циклом у многочисленных поколений значительно медленнее, чем у поколений с низкой численностью [271, 273], а при искусственном разведении молодь осетровых растет значительно быстрее, чем в естественных условиях, опять-таки из-за обилия корма [274]. Все это в сочетании с тем фактом, что у осетровых в Каспии нет, кроме человека, каких-либо естественных врагов, позволяет утверждать, что кормовая база становится единственным ограничивающим развитие осетровых фактором.

Осетровые обитают до глубины 50-70 м, хотя белуга может опускаться до 100-150 м, на этой же глубине они и питаются. В период интенсивного откорма или при скоплении большого количества осетровых на ограниченной территории в период сезонных миграций, происходит значительное сокращение биомассы бентоса, причем у предпочитаемых кормовых объектов она может снижаться практически до нуля [37]. При низкой биомассе бентоса или интенсивном питании, когда возникает жесткая конкуренция за пищу, осетровыми используются практически все организмы, которые они способны отделить от грунта и проглотить, в том числе замещающие и даже вынужденные кормовые объекты, как, например, митилястер в Южном Каспии

[275]. Не случайно главной целью акклиматизации абры и нереиса было увеличение кормовой базы осетровых, что дало возможность увеличить их поголовье. Еще одно подтверждение сильного воздействия выедания - отсутствие в донном сообществе автохтонных хищников и плотоядных (единственный полноценный хищник, краб *Rhithropanopeus harrisi* (Maitland), появился только в XX в.), роль которых выполняют бентосоядные рыбы. От пресса выедания защищены лишь организмы, имеющие крупные размеры и жесткую раковину (взрослые дидакны и хипанисы), образующие плотные прикрепленные скопления - друзы - и обитающие благодаря этому приспособлению на небольших глубинах, в зоне интенсивных течений (митилястер, дрейссена и баянус (*Balanus improvisus* Darwin), а также виды, имеющие хорошие убежища или расходящиеся с питающимися осетровыми по глубине.

На основании этого анализа, более подробно приведенного в упоминавшейся публикации [37], интенсивность выедания бентоса можно оценить как очень высокую, возможно, даже не имеющую аналогов в водоемах подобного масштаба.

Современная автохтонная каспийская фауна происходит из остатков весьма богатой акчагыльской, когда приблизительно 1,8 млн лет назад водоем, известный сейчас как Каспий, окончательно отделился от океана и опреснился до 10-15 ‰. Невысокая соленость ограничила возможность поступления многих морских видов, препятствуя в то же время проникновению и пресноводных. Те немногие морские виды, которые смогли адаптироваться и выжить в условиях солоноватоводности, благодаря развитию в длительной изоляции, дали начало существующим сейчас таксономическим группам. Таким образом, Каспий стал центром видообразования специфической солоноватоводной фауны, сохранившей черты реликтовости и приобретшей очень высокую степень эндемизма. Судя по морфологической близости многих видов, процесс видообразования продолжается и сейчас. И фактор выедания был и остается одним из основных, влияющих на процесс и видообразования, и

формирования донного сообщества.

Осетровые существуют в Каспии по крайней мере со времен последнего отделения от океана, конца Акчагыльского периода [276], то есть весь период формирования современной каспийской фауны. Пресс их выедания был одним из важнейших факторов в этом процессе. Маловероятно, чтобы способ питания и пищевые предпочтения у осетровых, рыб древних и соответственно консервативных, изменился. При снижении численности осетровых снижалась и интенсивность выедания, но в таком случае уменьшалась конкуренция за пищу, увеличивался темп роста осетровых, и нарушенный баланс быстро восстанавливался. В итоге донное сообщество и составляющие его виды формировались под постоянным интенсивным воздействием выедания осетровых.

Такое воздействие вызвало соответствующие адаптивные реакции и у бентосных организмов, и у донного сообщества. Виды, подверженные прессу выедания, обладают рядом свойств, характерных для r-стратегов: малыми размерами, коротким, в 9-12 месяцев, жизненным циклом, относительно быстрым ростом. В сообществе, биомасса которого при большой численности и высокой продуктивности мала, постоянно преобладает молодь, а взрослые организмы немногочисленны, и такой возрастной состав популяции определяется как инвазионный, что также характерно для r-стратегии (Миркин и др., 1989). За долгий период формирования каспийские виды приобрели и свойства, характерные для K-стратегов. Большинство из них стенобионтны по отношению к таким факторам среды, как соленость, глубина, температура, грунты; они плохо осваивают пустующие площади; сообщество пребывает в стабильном состоянии, нарушаемом только вселением новых видов [37, 277].

Постоянно происходящая гибель значительной части организмов вследствие выедания осетровыми все время освобождает пространство для поселения новой молодежи. В результате резко снижается и даже исчезает внутривидовая конкуренция за территорию, в отсутствие которой у видов нет стимулов к освоению новых площадей. И потому не происходило образования

новых видов, способных существовать в не вполне благоприятных условиях верхней части континентального склона, где кислородный режим неустойчив и ниже энергетическая ценность органического вещества осадков. В то же время у видов формировались свойства К-стратегов, позволяющие полнее использовать ресурсы биотопа, в результате чего повышалась стенобионтность по отношению к факторам среды, что опять-таки снижало их способность заселять новые биотопы. Поэтому вместо постепенного замещения одних видов другими вслед за изменениями условий среды при увеличении глубины происходит сокращение всех количественных показателей бентоса на нижней границе шельфа, поскольку шельфовые виды не идут глубже, а глубоководной фауны практически нет.

На фоне общего снижения биомассы с глубиной, выделяются две группы: олигохеты и хирономиды. Олигохеты, единственные представители детритофагов, питающихся из толщи грунта, присутствовали практически во всех пробах, однако большую биомассу они создавали либо на мелководье в северо-западной части Среднего Каспия, либо на глубинах более 100 м, где начинали доминировать. Мелководный участок находится под влиянием волжских вод, там преобладают илы и низка биомасса прочих донных видов. На глубоководных участках тоже преобладают илы и снижается биомасса других видов. Хирономиды, представленные собирающими детритофагами, обитающими в толще грунта, также либо связаны с мелководным Северным Каспием, либо тяготеют к глубинам более 100 м, где вместе с олигохетами доминируют по биомассе. Таким образом, биомасса (и, соответственно, численность) этих двух групп увеличивается при снижении роли морских организмов, что происходит в первую очередь с увеличением глубины. Причину этого феномена следует искать в том, что эти две группы пресноводного происхождения, у которых в значительно меньшей степени, чем у морских, выражена вертикальная зональность, привязанность к глубине. В итоге для них условия существования и на 10, и на 200 м примерно одинаковы, и их биомасса увеличивается при снижении пресса выедания.

Единственный вид, который может быть назван глубоководным, *D. profundicola*, также представляет исключение, подтверждающее правило. Осетровые используют в пищу только молодь автохтонных двустворчатых моллюсков кардиид родов *Didacna* и *Huранis*, а взрослые особи из-за крупных размеров и жесткой раковины для них недоступны. Эти моллюски живут достаточно долго, и если они благополучно миновали стадии молодости, образуют плотные поселения, в которых по численности преобладают взрослые особи. Таким образом, в этой группе возникает конкуренция за место, что и привело к формированию нового вида, освоившего новый биотоп и обитающего на больших глубинах, в условиях, не столь благоприятных, как на шельфе.

Большие глубины осваивают также средиземноморские вселенцы, пример чему - упоминавшееся обнаружение нереиса на глубине 400 м в котловине Южного Каспия [266]. Из-за сильного воздействия выедания в Каспии успешно приживаются виды, либо способные как-то избегать пресс осетровых (митилястер, балянус), либо придерживающиеся г-стратегии, дающей возможность компенсировать потери, вызываемые выеданием, интенсивным размножением, коротким жизненным циклом и быстрым ростом (нереис, абра). Но эти виды, помимо приведенных качеств, обладают способностью быстро заселять новые биотопы, в том числе и глубоководную часть Каспия, куда и проникают значительно легче автохтонных видов, несмотря на то, что основной их ареал ограничен глубиной до 50 м.

Характерная особенность водной биоты Каспийского моря состоит в разнородности источников его формирования и в совместном обитании в море разных по происхождению форм. Самым многочисленным по количеству видов является автохтонный каспийский комплекс фауны (около 75% общего числа видов). Следующими по числу видов являются комплексы средиземноморской (6%) и арктической (3%) фауны. Замыкают этот ранжированный список выходцы из пресных вод, которые приспособились к обитанию в солоноватой воде Каспия. Группа солоноватоводных организмов является наиболее древней в Каспийском море, т.к. именно в этой группе

регистрируется наибольшее число эндемичных видов и родов.

Эволюция видов фауны в условиях постоянного колебания уровня и режима солености Каспия протекала в двух противоположных направлениях:

- выработка эвригалинности, то есть приобретения морфофизиологических адаптаций, позволяющих существовать в условиях широкого градиента солености;

- приобретение стеногалинности или выработки адаптаций для обитания в пределах конкретной водной массы с формированием специфической олигогалинной или мезогалинной фауны, не встречающейся в других водных частях моря-озера.

Под влиянием смены фаз опреснения и осолонения автохтонная каспийская фауна развивалась и изменялась, а ее отграничение от азово-черноморских фаун способствовало, с одной стороны, автохтонному видообразованию, с другой – сохранению реликтовых форм.

Наибольшее видовое разнообразие отмечается на глубинах 15-30 м. На мелководье преобладают немногочисленные стенобатные виды, нижняя граница распространения которых 15-25 м. Глубже, до 50-100-200 м, идет группа эврибатных видов, многие представители которой обитают и на самых малых глубинах, тогда как верхняя граница других не поднимается выше 25-30 м. Многие из них способны опускаться до 400-800 м, однако многочисленны только на глубинах 25-70 м, в некоторых случаях до 100 м, и только этот диапазон глубин можно считать основой их ареалов. Стенобатные виды арктического происхождения приурочены к холодным водам и обитают на глубинах от 30 до 200 м, образуя скопления на 50-150 м. Только олигохеты и хирономиды, виды пресноводного происхождения, встречаются практически равномерно, с некоторым увеличением численности и биомассы с глубиной, от самых верхних горизонтов до 200 м. Из всех известных видов лишь один, *Didacnaprofundicola* Logv. et Star., обитающий на глубинах 75-409 м, можно отнести к специфической глубоководной фауне Каспия.

Осетровые существующие в Каспии по крайней мере со времен последнего отделения от океана, конца Акчагыльского периода, выступают одним из важнейших факторов формирования современной каспийской фауны. Пресс их выедания был одним из важнейших факторов в этом процессе.

ВЫВОДЫ

1. Формирование специфической каспийской фауны обусловлено наличием в прежние геологические эпохи специфической арены жизни – мезогалинных и олигогалинных водных масс и преодолением предками современной каспийской фауны мезогалинного барьера (=барьера критической солености). Преодоление этого барьера сопровождалось коренными перестройками не только осморегуляторных механизмов, но и различных морфологических признаков. Проникновение в новую адаптивную зону при наличии вакантных лицензий, что явно имело место при смене соленостного режима вследствие вымирания большей части фаун, могло обуславливать взрывной характер видообразования. Осолонение палеоводоемов влекло за собой сокращение объема и протяженности олигогалинных водных масс, сокращение этой специфической арены жизни и, следовательно, вымирание фауны или отступление (проникновение) отдельных форм в другую водную массу.

2. Причиной, по которой в Каспии происходит резкое снижение биомассы, численности и видового разнообразия бентоса на глубинах более 60-100 м, следует считать комплексное воздействие трех факторов: нестабильность кислородного режима в глубоководных котловинах, несколько худшие, чем на шельфе трофические условия и формирование донной фауны под интенсивным воздействием пресса выедания осетровых. В результате последнего в донных сообществах низка или отсутствует внутривидовая конкуренция за территорию, и потому не происходило освоение новых территорий и формирование там глубоководных видов.

3. Фактор выедания был и остается одним из основных, влияющих на

процесс и видообразования, и формирования донного сообщества. В итоге донное сообщество и составляющие его виды формировались под постоянным интенсивным воздействием выедания осетровых.

ГЛАВА X.

СОЗДАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОКСИЧНОСТИ, ВЫЯВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СУПЕРЭКОТОКСИКАНТОВ НА БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Экосистема - это любое сообщество живых существ и среды обитания, как единое функционально целое, возникающее на основе взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными его компонентами [278]. Сложная структура экосистемы - одна из предпосылок ее устойчивости, что зависит не от числа видов, а от их экологических особенностей. В этом проявляется не только устойчивость, но и целостность экосистемы.

Целостность обеспечивается в процессе взаимодействия видов между собой на фоне определенного комплекса физических факторов. Компоненты всякой экосистемы более самостоятельны и подвижны, могут дублировать друг друга в пределах одного трофического уровня, что способствует замещению одних компонентов другими. В глобальном масштабе все экосистемы также являются реальной средой для межвидовых отношений. К примеру, для прогноза состояния любого водоема необходимо знать функционирование каждого из его компонентов [279], что практически трудно осуществимо. В этой связи возникает задача выбора своеобразных «экологических мишеней», то есть видов, популяций и, возможно более крупных группировок, наиболее уязвимых к действию тех или иных ингредиентов загрязнения [280]. Вопрос о закономерностях саморегуляции в системах живых существ имеет важное практическое и теоретическое значение. Для целей экологического прогнозирования недостаточно экспериментально определить «чувствительность» и «устойчивость» на организменном уровне. Нужно определять общую устойчивость популяции, ее способность реагировать на антропогенные факторы без нарушения своего гомеостаза. Взаимоотношения видов в конкретных сообществах

осуществляются на популяционном уровне, только на этом уровне возникают и функционируют специфические механизмы ее целостности и динамической стабильности в условиях постоянно изменяющихся воздействий среды [281, 282, 283, 284]. Виды (популяции) поддерживают собственную среду жизни, то же происходит в рамках биоценозов и других биотических образований, включая уровень живого вещества планеты. Если механизмы самоподдержания на популяционном уровне относительно независимы от деятельности человека, то, деформируя биоценозы, человек сильно видоизменяет и гомеостаз ценозов [285].

10.1 Ингибирование в биологической кинетике

Известно, что биологические системы обладают свойствами саморегуляции, т.е. способностью функционально перестраиваться в зависимости от воздействий. В основе механизмов саморегуляции лежит последовательность конкретных метаболических процессов. Понять динамические свойства регуляторных механизмов помогают кинетические модели. Основные исходные предпосылки при описании кинетики в биологических системах в общем такие же, как и в химической кинетике [286]. В основе всех кинетических исследований ферментативных реакций лежит уравнение Михаэлиса-Ментен, позволяющее количественно характеризовать ферменты, а также анализировать их ингибирование:

$$V_0 = V_{\max} * S / (K_m + S) \quad (66)$$

где: V_0 - начальная скорость при концентрации субстрата (S);

V_{\max} - максимальная скорость;

K_m - константа Михаэлиса-Ментен для данного фермента, соответствующая определенному субстрату.

K_m можно определить как концентрацию специфического субстрата, при которой данный фермент обеспечивает скорость реакции, равную половине ее максимальной скорости (рис. 10.1).

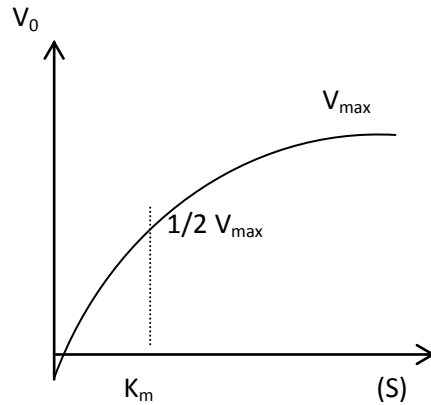


Рисунок 10.1 - График зависимости скорости от концентрации субстрата для реакций, подчиняющихся уравнению Михаэлиса-Ментен

Уравнение Михаэлиса-Ментен можно преобразовывать алгебраическим способом и выразить в виде эквивалентных уравнений, которые полезны для практического определения величин K_m и V_{max} , и удобны для анализа экспериментальных данных. Одно часто применяемое преобразование состоит в том, что обе части уравнения Михаэлиса-Ментен (67) выражают в виде обратных величин:

$$1/V_0 = (K_m + S)/(V_{max} * (S)) \quad (67)$$

Разделив числитель в правой части уравнения на его составляющие, получаем:

$$1/V_0 = K_m/(V_{max} * (S)) + (S)/(V_{max} * (S)) \quad (68)$$

Упрощение этого уравнения дает:

$$1/V_0 = K_m/V_{max} * 1/(S) + 1/V_{max} \quad (69)$$

Уравнение (69), представляющее собой преобразованное уравнение Михаэлиса-Ментен, называется уравнением Лайнуивера-Бэрка [287]. Для ферментов, строго подчиняющихся кинетике Михаэлиса-Ментен, зависимость $1/V_0$ от $1/(S)$ выражается прямой линией (рис. 10.2).

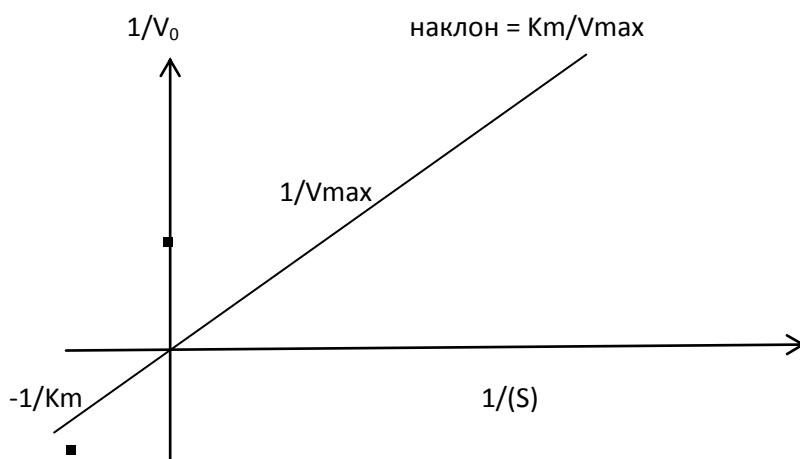


Рисунок 10.2 - Графическое представление уравнения Лайнуивера-Бэрка

Тангенс угла наклона этой линии численно равен величине K_m/V_{max} , отрезок, отсекаемый на оси ординат, - величине $1/V_{max}$, а отрезок, отсекаемый на оси абсцисс, - $1/K_m$.

График, построенный в двойных обратных координатах (график Лайнуивера-Бэрка) имеет то преимущество, что позволяет более точно определить величины V_{max} и K_m по линейной аппроксимации зависимости $1/V_0$ от $1/S$, тогда как зависимость V_0 от S может быть аппроксимирована лишь гиперболической кривой.

Существуют и другие способы преобразования уравнения Михаэлиса-Ментен. Каждый из них имеет свои преимущества при исследовании кинетики ферментных реакций.

Э. Корниш-Боуден [288] приводит следующие способы преобразования уравнения Михаэлиса-Ментен:

1. Способ Лэнгмюра (график зависимости S/V от S), преобразованное уравнение имеет вид: $S/V = K_m/V_{max} + S/V_{max}$.

2. Способ Эди-Хофсти (график зависимости V от V/S), уравнение выглядит следующим образом: $V = V_{max} - K_m \cdot V/S$.

Несмотря на преимущества всех трех линейных графиков, одним из их недостатков является возможность статистического разброса точек.

Для микроорганизмов впервые количественную связь между концентрацией субстрата S и скоростью роста V , выразил Ж. Моно еще в

1942 г. Для развития кинетической микробиологии это сыграло решающую роль, т.к. дало возможность оценивать условия среды и свойства штаммов по кинетическим константам [289, 290].

Интересным и плодотворным является изучение механизмов, определяющих характер зависимости скорости роста популяции от концентрации лимитирующего субстрата. К настоящему времени предложено несколько возможных механизмов, объясняющих характер кривой $V=f(S)$ с насыщением:

1. Механизмы, основанные на общей кинетике химических реакций [291, 292];
2. Представления, использующие ферментативный характер процессов в клетке [293, 294];
3. Гипотезы, учитывающие последовательность роста и деления отдельной клетки;
4. Популяционные вероятностные механизмы.

В.Е. Заика основываясь на равенстве средней величины удельной скорости роста особи и удельной скорости роста популяции, получил соотношение для зависимости удельной скорости роста популяции от концентрации корма, совпадающее с формулой Моно (с учетом затрат на обмен): $V = V_{\max} * S / (K_s + S)$. При этом он опирался на весьма интересную модель для зависимости рациона рыб от концентрации пищевых частиц, в которой учитывались как особенности структуры организма (в частности его пищеварительной системы), так и поведенческие характеристики организма (скорость поиска пищи) [295]. Автор на основе данной модели создал свою модель организменного уровня для описания кинетического поведения популяций.

Рассмотренные гипотезы на различных уровнях анализа (от молекулярного до популяционного) приводят к однотипным соотношениям, аналогичным формуле Моно. Поэтому не удивительно, что эта формула пригодна в широком ряде условий [296]. Механизм этого основан, вероятно,

на концепции «узкого места» в применении к системам, управляющимся иерерхически. Каждая подсистема, в свою очередь, определяется как блок реакций, контролируемых «ключевым» соединением, активность которого задает скорость функционирования подсистемы.

Как правило, рост и развитие микро - и макроорганизмов происходит в условиях самоингибирования продуктами обмена. В роли ингибиторов могут выступать сами субстраты (токсичные и малотоксичные в зависимости от их концентрации) и многие компоненты среды обитания. В последние годы возросла роль процессов ингибирования в связи с загрязнением токсичными соединениями водных стоков, почв и биосферы в целом. Количественно зависимость скорости роста от концентрации ингибитора может быть выражена различными способами:

$$V = V_{\max} * K_p / (K_p + P) \quad (\text{гипербола}) \quad (70)$$

$$V = V_{\max} * \exp(-K_p * P) \quad (\text{экспонента}) \quad (71)$$

$$V = V_{\max} * (1 - K_p * P) \quad (\text{прямая линия}) \quad (72)$$

где K_p - константы ингибирования [289]. Выбор функции определяется условиями среды обитания, природой ингибитора и видом организма.

Наличие разнообразных механизмов реагирования популяции на воздействие ингибиторов резко усложняет ее кинетическое поведение. Однако некоторые общие закономерности кинетики могут быть учтены в довольно простой форме. Так для одновременного учета влияния субстрата и воздействия ингибитора используется объединенная форма записей уравнений типа (53) и (54) или комбинация других подобных уравнений. К примеру, широко используется формула Моно-Иерусалимского в виде:

$$V = V_{\max} * (S / (K_s + S)) * K_p / (K_p + P) \quad (55)$$

В целом умножение действия ограничивающих рост факторов имеет смысл в том случае, если один из них оказывает общее действие на активность системы (температура, давление, иногда рН среды и т.д.), либо если оба фактора участвуют в одной определяющей реакции.

Краткий анализ путей реагирования популяций на основные факторы

среды показал, что изменение концентрации субстрата и, в особенности, концентрации ингибитора, может приводить к включению разнообразных типов реакции - от молекулярного до популяционного уровня. При этом популяция выступает как единое целое, как живая система, активно приспосабливающаяся к изменению условий среды.

10.2. Методика количественной оценки комбинированного воздействия токсикантов

Решить задачи рационального природопользования при возрастающем поступлении загрязнителей в результате промышленной и сельскохозяйственной деятельности, добычи и транспортировки нефти невозможно без применения современных методов и технологий. Необходимо не только выявить отклик экосистем на загрязнители, определить механизмы действия токсикантов, выработать прогноз их воздействия, оценить адаптационные возможности растений и животных. Необходим анализ на всех уровнях организации живых систем - от молекулярного до организменного и популяционного. Такой подход позволит определить наиболее уязвимое звено в экосистеме [297].

Широкое развитие экологических исследований загрязнения природной среды требует как обобщения большого материала, так и обоснования наиболее перспективных направлений, их задач, принципов и методов. В рамках экотоксикологии существуют два основных и методически разных подхода. Один включает экспериментальное изучение действия токсикантов на различные систематические группы организмов и нормирование допустимых уровней содержания техногенных примесей. Речь идет, по существу, о вынужденной легализации «допустимого загрязнения», при котором биологический или хозяйственный ущерб ничтожно мал или не поддается достоверной оценке. Такой подход применяется как основа практического контроля и ограничения локальных загрязнений. Другой подход к изучению и оценке биологических последствий загрязнения

акцентирует внимание не на прямых токсических эффектах, а на комплексном воздействии загрязняющих веществ на структурные и функциональные характеристики природных сообществ с целью выявления механизмов антропогенного нарушения их гомеостаза. Это требует не только адекватной методологии, но и анализа совокупности знаний о структуре, функциях и саморегулировании, взаимодействии с возмущающими факторами среды, о пределах устойчивости и др. вопросах, связанных с взаимоотношением организмов, надорганизменных систем и среды их обитания.

Сказанное выше о необходимости акцента на изучении эмбинированного действия токсических факторов на природные сообщества не исключает (скорее даже предполагает) экспериментирование с культурами моновидовых популяций. В этом случае мы получаем возможность выявлять и сопоставлять видовые особенности реагирования на тот или иной токсический фактор, а также сравнивать токсичность разных веществ в отношении тест-культур, что важно и для решения ряда практических задач, таких как обоснование методических схем биомониторинга или оценки допустимых пределов загрязнения [298].

Оценка экологического риска - это процесс определения вероятности развития неблагоприятных эффектов со стороны биогеоценозов (включая популяции человека) в результате изменений различных характеристик среды. Важным элементом оценки экологического риска является выявление опасности, связанной с возможным массивным воздействием на среду различных химических веществ (изменение естественного ксенобиотического профиля среды).

Действие токсиканта часто выражается не в количественном изменении анализируемого показателя, а в качественно ином ходе процесса. Одним из показателей токсического действия может быть нарушение регуляторных процессов в организме или в экологической системе, особенно при действии нелетальных концентраций вещества. Известно, что устойчивость любой

системы поддерживается подключением регуляторных механизмов.

Попытки внедрить методы количественной оценки сталкиваются с серьезными трудностями. Это обусловлено сложностью экосистем, комплексностью воздействия на среду стрессоров (не только химической, но и физической и биологической природы), недостаточной изученностью характеристик экотоксической опасности огромного количества ксенобиотиков [299,300].

Наряду с традиционными физико-химическими методами анализа качества природной среды, все большую актуальность приобретают биологические методы, имеющие ряд преимуществ:

- обеспечивают информацией об опасности загрязнителей и их смесей в системе «да-нет», подобная информация позволяет избежать излишних дорогостоящих физико-химических анализов;

- количественные варианты биологических методов позволяют определить токсиканты при малом содержании;

- с помощью биологических методов анализа возможно изучение комбинированных эффектов смесей токсикантов [301].

Различные методы биотестирования используются для определения эколого-рыбохозяйственных и санитарно-гигиенических ПДК. Однако ПДК по определению не может быть использована как мера воздействия среды на организм, т.к. ПДК – максимальная концентрация загрязняющих веществ, *не влияющая* негативно на здоровье людей настоящего и последующего поколений *при воздействии на организм в течение всей его жизни*. Оперативно измеряемые химические показатели практически не имеют количественного биологического эквивалента их воздействия на экосистемы, поэтому актуальным представляется определение количественной связи между концентрацией токсикантов и мерой угнетения ими биологических процессов [302].

В силу сложности процессов в экологических системах, необходимо выделить главные факторы, определяющие судьбу системы. При описании

роста популяций или сообществ речь идет обычно либо о «принципе лимитирующих факторов» [303], либо о «законе совокупного действия факторов» [304]. Исходно эти принципы были сформулированы для популяций одного вида, однако они применимы для описания многовидовых сообществ и экосистем [305].

Прогноз изменений в состоянии экосистем под воздействием загрязнителей возможен на основании учета количественных связей. Так, в экосистеме морской акватории консументы находятся в прямой зависимости от численности и биомассы одноклеточных водорослей; продукция зоопланктона используется в свою очередь планктофагами: отдельными формами зообентоса и ихтиофауны. Выпадение или снижение продуцирования органического вещества в любом звене этой цепи приводит к уменьшению или исчезновению последующих звеньев [306]. Поэтому расчет производят по иерархической схеме, начиная от фитопланктона к зоопланктону и далее.

Ввиду тесной взаимосвязанности процессов и материально-энергетических потоков, к экосистеме в квазистационарном состоянии, применим принцип "узкого места" или лимитирующего звена, когда совокупная скорость и эффективность функционирования всей системы определяется наиболее "медленным" малоэффективным компонентом (биоценозом, популяцией, организмом, органом, ферментной реакцией). Учитывая, что непосредственное воздействие загрязнителей на все компоненты осуществляется на молекулярном уровне, вся экосистема может рассматриваться как единый организм, и цепочка "узких мест" может быть редуцирована от биоценоза до конкретной лимитирующей ферментной реакции или группы реакций [302].

Подход к рассмотрению экосистемы как единого саморегулирующегося организма позволяет установить количественную связь между концентрациями химических загрязнителей и мерой их воздействия, что помогает прогнозировать изменение экосистем под

воздействием токсикантов и разрабатывать превентивную стратегию оптимизации антропогенного воздействия на них.

Актуальным и недостаточно изученным представляется выяснение механизмов многофакторного ингибирования в популяциях растений и животных, что является практически значимым в условиях возрастающего количества токсикантов-загрязнителей, воздействующих на экосистемы. Оперативно измеряемые химические показатели практически не имеют количественного биологического эквивалента их воздействия на экосистемы, поэтому важным является определение количественной связи между концентрацией токсикантов и мерой угнетения ими биологических процессов. Приведенный выше обзор показывает, что поведение популяций микроорганизмов подчиняется уже ставшим классическими зависимостям Михаэлиса-Ментен и Моно. Современный уровень кинетических представлений не позволяет однозначно определить правильный механизм, но, вероятно, наиболее обоснованными являются представления, связанные с концепцией «узкого места».

Широкое развитие экологических исследований загрязнения природной среды требует как обобщения большого материала, так и обоснования наиболее перспективных направлений, их задач, принципов и методов. Одним из таких направлений может стать применение принципов биокинетики к изучению многокомпонентного ингибирования в популяциях макроорганизмов.

Методы, используемые при описании ферментативной кинетики, позволяют количественно оценить совокупное влияние нескольких ингибиторов на суммарную скорость ферментативной реакции. Успешное использование принципа «узкого места» для описания поведения популяций микроорганизмов с помощью кинетических зависимостей [289] позволяет предположить возможность применения этого метода и для прогнозирования отклика популяций макроорганизмов на комбинированное воздействие токсикантов, выступающих в этом случае в качестве ингибиторов.

Мы предлагаем применить вышеуказанные принципы биокинетики к исследованию особенностей поведения популяций макроорганизмов при воздействии нескольких токсикантов-загрязнителей антропогенного происхождения. Так как в нашем случае мы имеем дело с кинетикой ингибирования, используем следующее модифицированное уравнение для нескольких ингибиторов:

$$V = \frac{V_{max} \times S \times K_{p1} \times \dots \times K_{pn}}{(K_s + S)(K_{p1} + P_1) \times \dots \times (K_{pn} + P_n)} - V^* \quad (73)$$

где: S - концентрация субстрата,
 $K_{p1}, K_{p2}, \dots, K_{pn}$ - константы ингибирования токсикантов,
 P_1, P_2, \dots, P_n - концентрации ингибиторов,
 V^* - скорость поддержания.

Если в опытах субстрат присутствует постоянно, т.е. $S/(K_s + S) = 1$, формула (73) приобретает следующий вид:

$$V = \frac{V_{max} \times K_{p1} \times \dots \times K_{pn}}{(K_{p1} + P_1) \times \dots \times (K_{pn} + P_n)} - V^* \quad (74)$$

Это уравнение в дальнейшем используется в данной работе для расчета совместного влияния нескольких токсикантов.

Для определения максимальных скоростей и констант ингибирования каждого из токсикантов в отдельности, использовалась методика острых опытов. При этом учитывалось следующее. В контроле скорость роста V является нулевой (число объектов не изменяется на всем протяжении опыта) и концентрации токсикантов (P_1, \dots, P_n) равны нулю. Подставив эти значения в уравнение (74), получили:

$$V = V_{max} - V^* = 0, \text{ т.е. } V^* = V_{max}, \quad (75)$$

это означает, что скорость поддержания равна V_{max} .

Для вычисления констант и скоростей ингибирования отдельных

токсикантов провели следующие преобразования:

$$V = V_{\max} * K_{pn} / (K_{pn} + P_n) - V_{\max}, \quad (76)$$

$$V = V_{\max} * (K_{pn} / (K_{pn} + P_n) - 1), \quad (77)$$

$$V = V_{\max} * ((K_{pn} - K_{pn} - P_n) / (K_{pn} + P_n)). \quad (78)$$

В результате имеем следующее уравнение:

$$V = -V_{\max} * P_n / (K_{pn} + P_n). \quad (79)$$

Для определения величин K_p и V_{\max} уравнение (76) преобразуем по методу Лайнуивера-Бэрка: обе части формулы выражаем в виде обратных величин:

$$1/V = -1/V_{\max} * ((K_{pn} + P_n) / P_n), \quad (80)$$

$$1/V = -1/V_{\max} * (K_{pn} / P_n + P_n / P_n), \quad (81)$$

$$1/V = -1/V_{\max} * (K_{pn} / P_n + 1). \quad (82)$$

Обозначив $1/V$ через Y , $1/P_n$ через X , $1/V_{\max}$ – через a , K_{pn} – через b и подставив их в уравнение (82), получаем:

$$Y = -a * (bX + 1)$$

$$Y = -a b X - a. \quad (83)$$

Заметим, что: при $X = 0$, $Y = -a$,

$$\text{при } Y = 0, a b X = -a, \quad (84)$$

$$\text{откуда } X = -a/ab = -1/b. \quad (85)$$

Вернувшись к первоначальным обозначениям в уравнениях (84) и (85), получим:

$$1/V = -1/V_{\max}, \text{ при } 1/P_n = 0; \quad (86)$$

$$1/P_n = -1/K_{pn}, \text{ при } 1/V = 0. \quad (87)$$

На основании уравнения (82) строится график зависимости $1/V$ от $1/P$, который выражается прямой линией и позволяет определить значения скоростей (V_{\max}) и коэффициентов ингибирования (K_p) для токсикантов

(отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен величине $-1/V_{\max}$, а отрезок, отсекаемый на оси абсцисс, равен величине $-1/K_p$).

Полученные таким образом кинетические константы для отдельных ингибиторов используются для вычисления скоростей гибели объектов в смесях этих токсикантов по формуле (74) с учетом того, что скорость поддержания равна V_{\max} .

Предложенная схема позволяет рассчитать коэффициенты ингибирования токсикантов и скорости гибели в популяциях при многокомпонентном загрязнении. Полученные таким образом кинетические характеристики могут служить основой для прогнозирования численности популяций и поведения экосистемы, включающей исследуемые популяции.

Объектами исследований служили классические тест-организмы - дафнии (*Daphnia magna* Straus) и редис (*Raphanus sativus* L.), наиболее часто используемые как биотесты при оценке и контроле качества воды и почвы.

Экспериментальная проверка предложенной модели комплексного влияния ингибиторов на зоопланктон состояла из двух этапов.

На первом этапе учитывалась выживаемость объектов при воздействии каждого из токсикантов в сдельности. Скорость гибели дафний вычислялась по формуле:

$$V = \frac{(n_{i+1} - n_i)}{\Delta t} \quad (88)$$

где n_{i+1} - количество рачков в каждом последующем измерении;

Δt - промежуток времени между измерениями.

Удельная скорость определялась по формуле:

$$V_{отн} = \frac{V}{(n_{i+1} + n_i)/2} \quad (89)$$

На основании полученных значений вычисляли средние удельные скорости гибели для каждой концентрации токсиканта ($U_{ср.уд.}$).

Для определения кинетических параметров (максимальных скоростей и констант ингибирования для каждого из токсикантов) использовался подход

аналогичный линейной анаморфозе Лайпуивера-Бэрка (Корниш-Боуден, 1979). Рассчитывали двойные обратные координаты для построения графика зависимости $1/V$ от $1/P$ согласно уравнению (65) (рис.10.3), который имеет то преимущество, что позволяет определить величины V_{\max} и K_p по линейной аппроксимации.

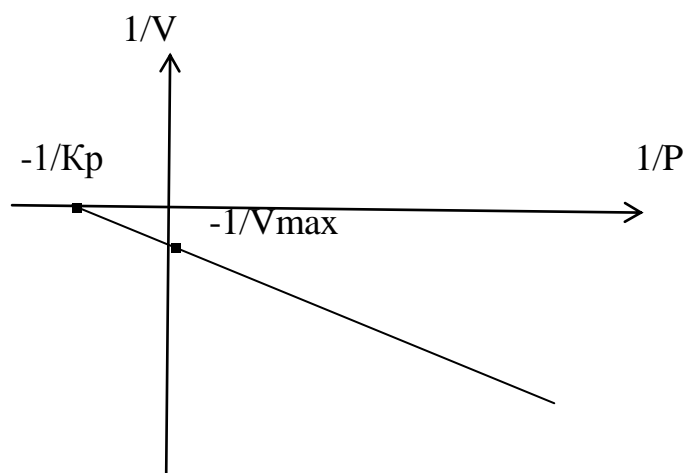


Рисунок 10.3 - График двойных обратных координат (Лайнуивера-Бэрка)

При этом отрезок, отсекаемый на оси ординат, равен величине $-1/V_{\max}$, а отрезок, отсекаемый на оси абсцисс, равен величине $-1/K_p$. Таким образом, графоаналитическим методом определяли максимальные скорости (V_{\max}) и коэффициенты ингибирования (K_p) для всех исследуемых токсикантов в отдельности.

Получив кинетические зависимости и константы ингибирования для каждого из токсикантов, проводили второй этап эксперимента: изучение комплексного влияния сочетаний токсикантов и определение экспериментальных скоростей ингибирования для смесей. По данным отдельных опытов (в пределах изученного диапазона концентраций токсикантов) выбирались ряды сочетаний концентраций для постановки проверочных экспериментов по совместному воздействию ингибиторов. Такие эксперименты ставились по той же методике, что и отдельные. На их основании были определены экспериментальные значения скоростей

ингибирования для смесей токсикантов.

Для расчета теоретических скоростей ингибирования соответствующих смесей токсикантов-ингибиторов использовалось уравнение (72):

$$V = \frac{V_{max} \times K_{p1} \times \dots \times K_{pn}}{(K_{p1} + P_1) \times \dots \times (K_{pn} + P_n)} - V^* \quad (90)$$

где: $K_{p1}, K_{p2}, \dots, K_{pn}$ - константы ингибирования токсикантов;

P_1, P_2, \dots, P_n - концентрации токсикантов;

V^* - скорость поддержания, в эксперименте равная

максимальной скорости.

Для расчетов использовались выбранные концентрации и полученные в отдельных опытах константы ингибирования каждого из токсикантов.

Максимальную скорость определяли как среднее значение из определенных в отдельных опытах скоростей ингибирования отдельных токсикантов.

Расчет в соответствии с предлагаемой моделью предполагаемые скорости ингибирования групп токсикантов, проводили их сравнение со скоростями, полученными в эксперименте. Рассчитывалось стандартное отклонение полученных экспериментальных данных от ожидаемых теоретических [307].

10.3. Методика оценки биологических последствий многокомпонентных загрязнений

В связи с увеличением роли антропогенных факторов в загрязнении среды важное значение приобретает изучение комплексного воздействия токсических факторов на организмы и экосистемы. Это требует применения адекватной методологии для выяснения возможных пределов устойчивости организмов, надорганизменных систем и среды обитания. При этом не вызывает сомнений актуальность выработки количественных критериев и методов оценки состояния экосистем.

Санитарно-гигиеническое нормирование охватывает все среды,

различные пути поступления вредных веществ в организм, но редко отражает комбинированное действие (одновременное или последовательное воздействие нескольких веществ при одном и том же пути поступления) и не учитывает эффектов комплексного действия (поступления вредных веществ в организм различными путями и с различными средами) и сочетанного воздействия всего многообразия физических, химических и биологических факторов окружающей среды [308].

Количество критериев оценки окружающей среды, существующих в настоящее время, ограничено. Наиболее широко используются понятия ПДК, индексы загрязненности воды (ИЗВ), атмосферы (ИЗА), учитывающие совокупную загрязненность среды химическими веществами-загрязнителями. Эти оценки проводятся с помощью формализованного расчета. Так, индекс опасности смеси определяется по формуле:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n \quad (91)$$

где: K_1, K_2, \dots, K_n - индексы опасности компонентов.

При этом: $K_n = C_n / \text{ПДК}_n$,

где: C_n - содержание компонента в смеси,
 ПДК_n - ПДК этого компонента.

К недостаткам таких оценок следует отнести слабое биологическое обоснование используемых критериев. В частности, ПДК никак не определяет степень биологического воздействия веществ, не имеет количественного биологического эквивалента воздействия на экосистему. Аналогично и ИЗВ и ИЗА, базирующиеся на ПДК, хотя и дают формализованную оценку суммарной загрязненности среды, не имеют определенного биологического смысла, а следовательно, не могут использоваться для прогнозирования состояния популяций и экосистем как объектов воздействия.

Количественный анализ поведения экосистем в природе труден. Прежде всего, естественные экосистемы огромны по размерам, не имеют четко выраженных границ, в них велика роль случайных факторов, не подвергающихся строгому учету. Необходимые для научного исследования

повторяемость и воспроизводимость результатов здесь практически не имеют места, что является серьезным тормозом для накопления экологического знания. Поэтому экологами обычно изучаются малые системы, лабораторные и полевые, позволяющие воспроизводить основные черты поведения природных систем, не потеряв количественного подхода.

Сказанное выше о необходимости акцента на изучении комбинированного действия токсических факторов на природные сообщества не исключает (скорее даже предполагает) необходимость анализа изменений популяций в изолированной культуре. В этом случае мы получаем возможность выявлять не только их специфические особенности реагирования на токсический фактор, но и сопоставлять токсичность разных веществ, для обоснования методических схем биомониторинга и допустимых пределов загрязнения.

Как отмечалось, к надорганизменным системам применим принцип «узкого места» или лимитирующего звена. При этом совокупная ярость и эффективность функционирования всей системы определяются наиболее "медленным" компонентом (для случая с экосистемой - популяцией, организмом, органом, ферментной реакцией). Особенности кинетики на различных уровнях (от ферментных реакций до популяций микроорганизмов) описываются однотипными соотношениями, аналогичными формуле Моно.

Таким образом, мы можем утверждать, что многокомпонентное ингибирование в популяциях макроорганизмов подчиняется тем же законам, которые установлены для ферментативной кинетики и в свое время были успешно применены для описания микробных популяций. Модель, построенная на основании этих законов для лабораторных популяций макроорганизмов, показывает адекватное соответствие экспериментальным данным.

Такой подход позволяет установить количественную связь между концентрациями загрязнителей и мерой угнетения популяций растений и животных. Это является шагом в направлении выработки количественных критериев оценки состояния природных систем.

Исходя из того, что наиболее практичный способ постижения жизнеспособности системы нередко состоит в отождествлении ее с жизнеспособностью входящих в ее состав «критических» или «ключевых» видов, предлагаем использовать вышеописанную методологию для оценки состояния популяций и жизнеспособности экосистем в условиях многокомпонентного ингибирования.

Экспериментальное определение чувствительности и устойчивости тест-объектов на организменном уровне в целях экологического прогнозирования обеспечивает решение определенного рода задач. Однако, специфические механизмы целостности и динамической стабильности в условиях постоянно изменяющихся воздействий среды в конкретных сообществах осуществляются только на популяционном уровне. Поэтому часто возникает необходимость в определении общей устойчивости популяции к воздействию антропогенного влияния без нарушения своего гомеостаза. Анализ путей реагирования популяций показал, что изменение концентрации воздействующего вещества и, в особенности, концентрации вещества с ингибирующими свойствами, активизирует разнообразные ответные реакции. При этом популяция выступает как единое целое, как живая система, активно приспосабливающаяся к изменению условий среды.

Такая особенность в поведении популяций лежит в основе предлагаемой нами методики количественной оценки комбинированного воздействия токсикантов. Она через отклик популяций на воздействие токсикантов позволяет определить наиболее уязвимое звено в экосистеме. Взаимосвязанность процессов и материально-энергетических потоков в экосистеме позволяет для определения ее совокупной скорости и эффективности функционирования применить принцип "узкого места" или лимитирующего звена. Непосредственное воздействие загрязнителей на все компоненты осуществляется на молекулярном уровне. Поэтому вся экосистема может рассматриваться как единый организм, и цепочка "узких мест" может быть редуцирована от биоценоза до конкретной лимитирующей ферментной

реакции или группы реакций.

Методы, используемые при описании ферментативной кинетики, позволяют количественно оценить совокупное влияние нескольких ингибиторов на суммарную скорость ферментативной реакции.

Предложенная схема позволяет рассчитать коэффициенты ингибирования токсикантов и скорости гибели в популяциях при многокомпонентном загрязнении. Полученные таким образом кинетические характеристики могут служить основой для прогнозирования численности популяций и поведения экосистемы, включающей исследуемые популяции.

Такой подход позволяет установить количественную связь между концентрациями загрязнителей и мерой угнетения популяций растений и животных. Это является шагом в направлении выработки количественных критериев оценки состояния природных систем.

ВЫВОДЫ

1. Разработка способов управления риском поражений населения, сельскохозяйственных животных и окружающей природной среды требует значительных временных и финансовых затрат, которые могут быть уменьшены при широком внедрении методов превентивной разработки и внедрения в практику автоматизированных систем поддержки принятия решений при авариях на подобных объектах и критических эколого-токсикологических ситуациях в районах их размещения. Эти системы должны использовать современные принципы картографирования, математического моделирования, оценки риска и включать необходимые информационно-поисковые системы, в том числе фактографические.

2. Одно из важнейших направлений исследований - изучение комплексного (сочетанного) влияния различных токсикантов на окружающую среду и здоровье населения. Требуется продолжить и развить научные исследования и опытно-конструкторские работы в области разработки новых высокоэффективных, экологически приемлемых биологических и химических

средств защиты растений и животных, создания техники и технологий по утилизации пестицидов, их безопасному обращению, включая препараты для использования в условиях личных подсобных хозяйств.

3. В настоящее время в результате интенсивного применения пестицидов и агрохимикатов на ряде территорий сложилась ситуация, при которой в почве, в воде, других объектах окружающей природной среды сохраняются высокие уровни остаточных количеств пестицидов, других опасных токсикантов. Это поля и водосборные территории в районах сеяния риса, площади, подвергшиеся многократным химическим обработкам от карантинных вредителей и болезней, сезонных вспышек насекомых-листоедов (лесные массивы), мест борьбы с гнусом (нефте-, газодобыча, лесозаготовки и др.). Требуется дополнительная оценка экологической обстановки вокруг предприятий и объектов промышленного производства средств химизации (заводы и комбинаты агрохимпрома и др.) для последующего принятия адекватных мер по упорядочению хозяйственной деятельности на этих территориях.

4. Действия по осуществлению государственного контроля, к сожалению, в большинстве случаев не скоординированы и методически не увязаны, что вызывает сложности в оценке процессов детоксикации и миграции токсических соединений в объектах окружающей среды и выработке соответствующих прогнозов.

ГЛАВА XI.

ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОЧИХ МЕСТ

Построение экономики инновационного типа требует создания условий для формирования наукоёмкого производства, основой которого является интеллектуальная собственность. Реализация инновационных проектов базируется на эффективном управлении нематериальными активами и требует специальной подготовки менеджеров, имеющих знания в области инновационного и финансового менеджмента, налогового законодательства, оценочной деятельности, бухгалтерского учёта и других смежных областях. Работа сотрудников направлена на мотивацию творческой деятельности коллектива, работающего в университете; обеспечение правовой охраны и патентной чистоты продукции; контроль нарушения патентов третьими лицами; развитие организационной структуры и организационной культуры.

Работа ведется в 4 направлениях:

- выявление интеллектуальных ресурсов;
- регистрация результатов интеллектуальной деятельности;
- учет и поддержка объектов интеллектуальной собственности;
- коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности.

На сегодня в мире наблюдаются следующие закономерности технологического развития: новая технология появляется не одна, а в связке с другими; каждый набор технологий состоит из ряда взаимодополняющих технологий; каждая базовая технология является ядром многих прикладных; прикладные технологии используются для модернизации существующих производств; направление исследовательских усилий на создание и внедрение новых технологий и т.д. Мировой опыт показывает, что наиболее распространенными коммерческими формами трансфера наукоёмкого продукта являются патентно-лицензионная торговля правами на ИС; формирование заинтересованными партнерами совместных коллективов (организаций) ПНИ, сопровождающиеся получением нового оборудования и

технологий.

Созданы рабочие места на 6 ставок специалистов для выполнения работ по научно-информационному обеспечению выполнения проекта с объемом оплаты труда 703 627,2 руб. - бухгалтерская справка № 13-13/1806 от 07.07.2015 г. (Приложение Г)

Таким образом, созданные новые рабочие места в рамках данного этапа реализации проекта позволили осуществить:

- выработку и реализацию единой патентной и лицензионной политики, как составной части его научно-технической и инновационной стратегии.

- создание экономических, правовых и организационных условий для развития изобретательского творчества из эффективного использования объектов интеллектуальной собственности в его деятельности.

- стимулирование изобретательской деятельности, соблюдение прав и интересов изобретателей и лиц, содействующих созданию и использованию объектов интеллектуальной собственности.

- информационно-аналитическое обеспечение работ по созданию интеллектуальной собственности и развитию инновационной деятельности.

- правовую охрану и последующую коммерческую реализацию объектов интеллектуальной собственности, создаваемых при осуществлении учебной, научной и производственной деятельности.

- защиту имущественных прав в отношении объектов интеллектуальной собственности, а также защиту имущественных и личных имущественных прав их авторов.

- развитие инновационной деятельности университета и реализация наукоемкой продукции университета на рынке для получения прибыли, которая будет использоваться для развития дальнейших научных исследований.

- организацию работ по поиску инвесторов и покупателей, заключению договоров на реализацию наукоемкой продукции университета совместно с

ее разработчиками.

- проведение маркетинговых исследований рынка инноваций, изучение и формирование новых рынков сбыта наукоемкой продукции.

- организацию рекламной и выставочной деятельности.

На средства внебюджета оплачена пошлина за подачу заявки на патент – 4100 руб. – платежное поручение № 767715 от 01.07.2015 г. (Приложение Ж).

ВЫВОДЫ

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет» организовал рабочие места за счет средств, полученных от Индустриального партнера ОАО «Корпорация развития Дагестана» в сумме 1 548 000 руб. на внебюджетный счет ДГУ в УФК по РД. За счет указанных средств произведены расходы по 2 этапу «Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач»:

1. организованы рабочие места на 6 ставок специалистов для выполнения работ по научно-информационному обеспечению выполнения проекта с объемом оплаты труда 703 627,2 руб.

2. оплата пошлины за подачу заявки на патент – 4 100,0 руб.

ГЛАВА XII. ПОДГОТОВКА ЗАЯВКИ НА ПАТЕНТ

Поданная заявка на патент относится к следующим областям знаний: ветеринария и медицина и может быть использовано в гистологии при морфологических исследованиях в патологической анатомии, цитологии, судебной медицине (Приложение Д). Технический результат, который может быть получен с помощью предлагаемого изобретения, сводится к стабильности окрашивания клеток и клеточных структур, исключению необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждению трихинеллы и созданию предпосылок для проведения объективной диагностики.

Сущность способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, заключается в следующем: проводят приготовление гистологических срезов, затем окрашивание проводят двумя красителями, в качестве которых берут гематоксилин Эрлиха и эозин-натрий, при этом сначала срез окрашивают гематоксилином, проводят промывку окрашенных срезов и располагают на предметном стекле, затем проводят окрашивание раствором эозина, слив эозина, промывание водопроводной водой, расположение на предметном стекле, удаление воды с последующими размещением в 96⁰ спирт, выдержкой, сливом спирта, добавлением просветляющего средства, промывкой ксилолом, заключение в бальзам и покрытием покровным стеклом, при этом при окрашивании гематоксилином, дополнительно добавляют 2-3 капли 10% диметилсульфоксида, а гематоксилин используют профилированный квасцовый в количестве 5-7 капель, окрашивание гематоксилином в течение 1-5 мин, а промывание в воде - в течение 3-5 мин до посинения среза, затем срез располагают на предметном стекле и проводят окрашивание раствором эозина в количестве 2-3 капель в течение 1-3 мин, слив раствора эозина и промывание водопроводной водой в течение 1 мин,

выдержку в спирте проводят в течение 3-5 мин, его слив и на влажный срез наливают просветляющее средство, выдержку в просветляющем средстве ведут в течение 1- 5 мин до полной прозрачности среза, затем проводят 2-3 раза в течение 1 мин промывку ксилолом, удаляют его остатки, кладут 1 каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

ВЫВОД

Подготовлена и подана заявка на изобретение № 2015127217 от 08.07.2015 г. «Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза», Россия (авторы - Абдурахманов Г.М., Даудова М.Г-Г., Гаджиев А.А.)

ГЛАВА XIII.

УЧАСТИЕ В МЕРОПРИЯТИЯХ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОСВЕЩЕНИЕ И ПОПУЛЯРИЗАЦИЮ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ПНИ

В рамках проведения мероприятий, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИ принято участие в «Годичной научной сессии профессорско-преподавательского состава ДГУ (г. Махачкала, 21-25 апреля 2015 г.)» и «Студенческой научно-теоретической конференции по приоритетным направлениям науки и техники (г. Махачкала, 21-25 апреля 2015 г.)» и Результаты исследования освещены в докладах исполнителей проекта. Отчет по участию в конференции, а также тезисы выступлений представлены в приложении 3.

1. Меликова Н.М., Абдурахманов А.Г. ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВОК (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ПОДСЕМЕЙСТВА *HADENINAE* ОСТРОВА ТЮЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАСПИЯ.

2. Мирзабекова М.М. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. ИЗБЕРБАШ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

3. Иванушенко Ю.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. МАХАЧКАЛА НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

4. Курамагомедов Б.М. ГЕОНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ АПВЕЛЛИНГА У ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

5. Гаджиев А.А. БИОЛОГИЧЕСКАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ТРОФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА

По результатам исследований подготовлено несколько публикаций, в частности, три научных статьи в журнале из перечня ВАК «Юг России:

экология, развитие»:

1. Исмаилова М.Ш., Мухтарова Г.М., Абдурахманов Г.М. СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЖУКОВ-ДОЛГОНОСИКОВ ПРИБРЕЖНЫХ И ОСТРОВНЫХ ЭКОСИСТЕМ СРЕДНЕГО И СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАСПИЯ // Юг России: экология, развитие. Москва: Издательский дом «Камертон». – 2015. – №1. – Т.10. С. 42-58.

2. Магомедова М.З. БИОГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА CLAUSILIIDAE GRAY, 1855 КАВКАЗА // Юг России: экология, развитие. Москва: Издательский дом «Камертон». – 2015. – №1. – Т.10. С. 59-66.

3. Шайхулисламов А.О., Магомаев Ф.М., Гаджиев А.А., Гаджимусаев Н.М. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ НА ООО «ШИРОКОЛЬСКИЙ РЫБОКОМБИНАТ» // Юг России: экология, развитие. Москва: Издательский дом «Камертон». – 2015. – №1. – Т.10. С. 148-153.

ВЫВОДЫ

Результаты исследования освещены в докладах исполнителей проекта: опубликовано 5 тезисов докладов в сборнике «Университетская экология» и три научные статьи в журнале из перечня ВАК «Юг России: экология, развитие».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Интерес к Каспийскому морю и окружающим его территориям обусловлен не только его уникальностью, но и социально-экономической значимостью. В последнее время львиная доля исследований обусловлена повышенным интересом нефтегазодобывающих компаний, без учета интересов сохранения биоразнообразия и перспектив сохранения целостности экосистемы самого Каспийского бассейна.

Актуальность и приоритет в развитии науки и техники, изучение состояния производственных запросов, общественных потребностей и состояния исследований определили выбор темы и направление исследований.

На втором этапе работы теоретически исследованы поставленные перед ПНИ задачи:

Разработаны комплексные методики мониторинга численности и состояния природных популяций модельных видов животных и растений экорегиона Среднего Каспия.

Разработан гидроакустический метод и компьютерная программа определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов.

Проведены дополнительные патентные исследования в соответствии ГОСТ Р 15.011-96 – тематический поиск на основе анализа источников патентной информации, содержащей сведения о последних (глубина поиска 20 лет) научно-технических достижениях, связанных с разработкой промышленной продукции, а также о состоянии и перспективах развития рынка. Подготовлена заявка на патент.

Разработаны методы мониторинга степени загрязнения территорий диоксинами.

Разработаны методы мониторинга, характеризующих экологическую безопасность загрязненных диоксинами территорий, а также алгоритм их применения в прикладных научных исследованиях.

Проведены исследования системы адаптации и популяционно-видовых

стратегий уязвимых видов водных и прибрежно-островных сообществ Среднего Каспия.

Разработаны и валидированы методики неинвазивной оценки благополучия популяций животных.

Разработан проект технологического регламента разведения, выращивания, реабилитации и реинтродукции редких видов животных (на примере рыб) для восстановления их ареала.

Установлены экологические ниши и характер биологической специализации уязвимых видов водных и прибрежно-островных сообществ Среднего Каспия.

Созданы и обоснованы интегральные показатели токсичности, выявлены динамики негативного воздействия суперэкоотоксикантов на биологическое разнообразие.

Организованы рабочие места (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

Подготовлена заявка на патент (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

Приняли участие в мероприятиях, направленных на освещение и популяризацию промежуточных результатов ПНИ (за счет внебюджетных средств софинансирования проекта).

На основе всесторонней оценки различных стратегий, альтернативных вариантов, специфики экорегиона Среднего Каспия и спектра возможностей (научно-технической базы и квалификации исполнителей проекта), анализа реализованных программ, выполненных проектов выбраны варианты, которые отражают потребности народнохозяйственного комплекса.

При участии и согласии соисполнителя и индустриального партнера создан механизм разрешения противоречий. Проведен анализ рисков.

На средства индустриального партнера - ОАО «Корпорация развития Дагестана» организованы рабочие места: отдел интеллектуальной собственности.

В соответствии с Соглашением № 14.574.21.0109 от «20» октября 2014 г. о предоставлении субсидии для финансового обеспечения (возмещения) затрат, связанных с выполнением прикладных научных исследований в рамках работ по проекту на данном этапе, в сети Интернет в открытом доступе на официальном сайте Дагестанского государственного университета по адресу - <http://science.dgu.ru/fcp1.aspx> размещались и освещались основные этапы и ход выполнения прикладных научных исследований по форме, установленной Министерством образования и науки Российской Федерации

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – 2. – 376 с.
2. Емельянов, И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И.Г. Емельянов. – Киев, 1999. – 168 с.
3. Межжерин, В.А. Комплексные подходы в изучении популяций мелких млекопитающих / В.А. Межжерин, И.Г. Емельянов, О.А. Михалевич. – Киев: Наук. думка, 1991. – 202 с.
4. O'Neill, R.V. A hierarchical concept of ecosystems / R.V. O'Neill, D.L. DeAngelis, J.B. Waide, T.F.H. Allen. – Princeton; New Jersey: Princeton Univ. press, 1986. – 254 p.
5. Винберг, Г.Г. Успехи лимнологии и гидробиологические методы контроля качества внутренних вод. Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям / Г.Г. Винберг // Тр. Всесоюз. конф. Москва, 1-3 ноября 1978. Л.: Гидрометеиздат, 1981. С. 17-45.
6. Никитинский, Я.Я. Гидробиология и санитария / Я.Я. Никитинский // Русский гидробиол. журнал. – 1922. – Т. 1. – № 3. – С. 88-90.
7. Вислоух, С.М. О применимости показательных организмов Кольквитца и Марссона в России / С.М. Вислоух // Журнал микробиологии. – 1916. – Т. 3. – № 3-4. – С. 377-386.
8. Вайнштейн, Б.А. О некоторых методах оценки сходства биоценозов / Б.А. Вайштейн // Зоол. журн. – 1967. – Т. 46, вып. 7. – С. 981-986.
9. Шорыгин, А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря / А.А. Шорыгин. – М.: Пищепромиздат, 1952. – 268 с.
10. Абакумов В.А. Экологические модуляции как показатель изменения качества воды / В.А. Абакумов, В.Н. Максимов, Л.А. Ганьшина // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим

- показателям: Тр. Всес. конф. – Л., 1981. – С. 117-136.
11. Алимов, А.Ф. Структурно-функциональный подход к изучению сообществ водных животных / А.Ф. Алимов // Экология. – 1986. – № 3. – С. 45-51.
 12. Усачев, П.И. Количественная методика сбора и обработки фитопланктона / П.И. Усачев // Тр. ВГБО. – 1961. – Вып. 11. – С. 411-415.
 13. Киселев, И.А. Планктон морей и континентальных водоемов / И.А. Киселев. – Л.: Наука, 1969. – Т. 1. – 658 с.
 14. Киселев, И.А. Определитель пресноводный водорослей СССР: Пиррофитовые водоросли / И.А. Киселев. – М.: Советская наука, 1954. – Вып. 6. – 212 с.
 15. Голлербах, М.М. Определитель пресноводных водорослей СССР: Синезеленые водоросли / М.М. Голлербах, Е.К. Коссинская, В.И. Полянский М.: Наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.
 16. Прошкина-Лавриенко, А.И. Диатомовые водоросли – показатели солености воды / А.И. Прошкина-Лавриенко // Диатомовый сборник. – Л. ЛГУ, 1953. – С. 186-205.
 17. Прошкина-Лавренко, А.И. Макарова И.В. Водоросли планктона Каспийского моря / А.И. Прошкина-Лавренко, И.В. Макарова. – Л.: Наука, 1968. – 291с.
 18. Коновалова, Г.В. Атлас фитопланктона Японского моря / Г.В. Коновалова, Т.Ю. Орлова, Л.А. Паутова. – Л: Наука, 1989. – 160 с.
 19. Зенкевич, Л.И. Биология морей СССР / Л.И. Зенкевич. – М.: Наука, 1963.
 20. Студеникина, Е.И. Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий / Е.И. Студеникина, А.Л. Алдакимова, Г.С. Губина. – Ростов-на-Дону: Эверест, 1999. – 175 с.
 21. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. –

286 с.

22. Мэггаран, Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэггаран. – М.: Мир, 1992. – 181с.
23. Андроникова, И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов / И.Н. Андроникова. – СПб.: Наука, 1999. – 196с.
24. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
25. Андроникова, И.Н. Понятие «организация» в гидробиологии и перспективы исследований биоты водных экосистем / И.Н. Андроникова // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. –1986. – № 252. – С. 87-91.
26. Инструкция по сбору и обработке планктона. – М.: Издательство ВНИРО, 1977. – 72 с.
27. Виноградов, Л.Г. Современные методы количественной оценки распределения морского планктона / Л.Г. Виноградов. – М: Изд-во Наука, 1983. – 279 с.
28. Липин, А.Н. Пресные воды и их жизнь / А.Н. Липин. – М.: Учпедгиз, 1950.
29. Мануйлова, Е.Ф. Ветвистоусые рачки фауны СССР / Е.Ф. Майнулова. – М., Л.: Наука, 1964.
30. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: 1982, С. 1-15.
31. Финогенова, Н.П., Алимов А.Ф. Методы биологического анализа пресных вод / Н.П. Финогенова, А.Ф. Алимов // Зоол. инс. АН СССР, 1976. – С. 95-106.
32. Фауна СССР. Ракообразные. CYCLOPODIA пресных вод / под ред. Павловского Е.Н., Штакельберг А.А. – М., Л.: Издательство Академии наук СССР, 1948. – Т.III. – Вып. 3.
33. Нейман, А.А. Количественное распределение и трофическая структура бентоса шельфов Мирового океана / А.А. Нейман. – М.: ВНИРО, 1988.

– С. 1-101.

34. Ярвекюльг, А.А. Донная фауна восточной части Балтийского моря / А.А. Ярвекюльг. – Таллин: Валгус, 1979. – 382 с.
35. Stripp, K. Jahreszeitliche Fluktuationen von Makrofauna und Melofauna in der Helgolander Bucht / K. Stripp // Veroff. bist. Meeresforsch. Bremerhaven. – Heft, 1969. P. 65-94.
36. Preis, A. Difference sinabundance of benthos and reliability of its assessment in several lake habitats / A. Preis // Ekol. polska. – 1969. – Vol.17. – N7. – P. 133-147.
37. Карпинский, М.Г. Экология бентоса Среднего и Южного Каспия / М.Г. Карпинский. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 283с.
38. Гончаров, С.М. Использование горизонтальной гидроакустической локации для количественной оценки рыб в условиях мелководья / С.М. Гончаров, С.Б. Попов // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов. – Москва : РАН, 2011. – Т. 1. – С. 181-188.
39. Thorne, R.E. Investigations into the relation between integrated echo voltage and fish density / R.E. Thorne // J. Fish. Res. Can. – 1971. – P. 1269-73.
40. Foote, K.G. Energy in acoustic echoes from fish aggregations / K.G. Foote // Fish.Res. – 1981. – 1. – P. 129-40
41. Ehrenberg, J.E. Estimation of the intensity of a filtered Poisson process and its application to acoustic assessment of marine organisms / J.E. Ehrenberg // Univ. Wash. Sea Grant Publ. WSG 73-2. – 1973. – 135 pp.
42. Сечин, Ю.Т. Биоресурсные исследования на внутренних водоемах / Ю.Т. Сечин. – Калуга : Эйдос, 2010. – С. 11-104.
43. Love, R. Dorsal-aspect target strength of an individual fish / R. Love // J.Acoust.Soc. Am. – 1971. – P. 816-23.
44. Simmonds, J. Fisheries Acoustics. Theory and Practice. / J. Simmonds, D. MacLennan // Second edition. Published by Blackwell Science Ltd. – 2005. – pp. 198-201; 312-314.
45. Юданов, К.И. Гидроакустическая разведка рыбы / К.И. Юданов //

- «Судостроение». – 1992. – С. 186
46. Simmonds, E.J. Observation and extraction of three dimensional information on fish schools / E.J. Simmonds, F. Gerlotto, P.O. Fernandes, D.N. MacLennan // ASA Annual Conference. – Berlin, 2000.
 47. Foote, K.G. Optimising copper spheres for precision calibration of hydroacoustic equipment / K.G. Foote // J. Acoust. Soc. Am. – 1982. – P. 71,742
 48. MacLennan, D.N. Simple calibration technique for the splitbeam echosounder / D.N. MacLennan // FiskDir. Skr. Ser. Havunders. – 1989. – P. 18, 365-79.
 49. Foote, K.G. Calibration of acoustic instruments for fish density estimation: A practical guide / K.G. Foote, H.P. Knudsen, G. Vesines, D.N. MacLennan, E.J. Simmonds // ICES Coop. Res. Rep. – 1987. – N. 144.
 50. Carlson, T.J. Empirical evaluation of the feasibility of split beam methods for direct in situ target strength measurement of single fish / T.J. Carlson, D.R. Jackson // Seattle Applied Physics Laboratory, University of Washington (APL-WW 806). – 1980.
 51. Шибаяев, С.В. Промысловая ихтиология / С.В. Шибаяева. – С-Пб., 2007. – 400 с.
 52. Виноградов, Н.Н. Усовершенствование техники промышленного рыболовства на Куйбышевском водохранилище / Н.Н. Виноградов // Труды Татарского отделения ГосНИОРХ. – 1964. – Т. 10. – С.311-343.
 53. Павлов, Д.С. Стайное поведение рыб / Д.С. Павлов, А.О. Касумян. – Москва: Изд. Московс. ун-та, 2003. – С. 10, 15, 20, 21, 30, 33.
 54. Swartzman, G. Spatial Proximity of age-0 walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) to zooplankton near the Pribilof Islands, Bering Sea, Alaska / G. Swartzman, R. Brodeur, J. Napp, G. Hunt, D. Demer // Hewitt Journal of Marine Science. – 1999. – P.56: 545 560
 55. Logerwell, E. Interpretation of acoustic data at two frequencies to discriminate between fish aggregations of different species composition / E.

- Logerwell, C. Wilson // 6th ICES SYMPOSIUM “Acoustics in fisheries and aquatic ecology”, 10-14 June 2002. – Montpellier, France, 2002.
- 56.** MacLennan, D.N. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics / D.N. MacLennan, P.G. Fernandes, J. Dalen // ICES Journal of Marine Science. – 2002. – P. 365–369.
- 57.** Савельева, Е.А. Детерминистические методы пространственной интерполяции. Проблемы окружающей среды и природных ресурсов / Е.А. Савельева, В.В. Демьянов, С.Ю. Чернов // Обзорная информация. – ВИНТИ, 1999. – №11. – С. 13-25.
- 58.** Демьянов, В.В. Вариография: исследования и моделирование пространственных корреляционных структур / В.В. Демьянов, М.Ф. Каневский, Е.А. Савельева, С.Ю. Чернов // Проблемы окружающей среды и природных ресурсов. – ВИНТИ, 1999.
- 59.** Юданов, К.И. Руководство по проведению гидроакустических съёмок / К.И. Юданов, И.Л. Калихман, В.Д. Теслер. – М.: Изд-во ЦНИИТЭИлегпром, 1984. – 124 с.
- 60.** Гончаров, С.М. Определение точности оценки запаса гидробионтов при геостатистической интерполяции исходных данных / С.М. Гончаров, С.Б. Попов, А.В. Поляков, Е.А. Савельева, С. Мацола, А. Бонанно, Б. Пати // Рыбное хоз-во. – 2010. – №4. – С. 36-39.
- 61.** Stolyarenko, D.A. The spline approximation method and survey design using interaction with a microcomputer: spline survey designer software system / D.A. Stolyarenko. – 1987. – 36 p.
- 62.** Stolyarenko, D.A. The new approach to bottom trawl surveys with special reference to deep water shrimp (*Pandalus borealis*) off West Spitsbergen / D.A. Stolyarenko, V.G. Ivanov // ICES C.M. – 1987. – 26 p.
- 63.** Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России // М.: Из-во ФГУП «Рыбнацресурсы». 2007. – 477 с.
- 64.** Проект федерального закона № 482298-5 «Об аквакультуре». Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ

<http://mcx.ru/documents/document/show/16771.77.htm> (ссылка по состоянию на 17.10.2014 г.)

65. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20.12.2004 N 166-ФЗ (ред. от 06.12.2011 с изменениями, вступившими в силу 01.01.2013). <http://www.referent.ru/1/206117> (ссылка по состоянию на 17.10.2014 г.)
66. Кузнецов М.Ю. Опыт использования научного эхолота ЕК-500 для исследования распределения и количественных оценок тихоокеанских лососей в Беринговом море в летне-осенний период 11 Изв. ТИНРО. - 2004. - Т. 139. - С. 404-417.
67. Методическое пособие по использованию научного эхолота ЕК500 / Сост. Гаврилов Е.Н., Игнашкин В.А., Ратушный С.В. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2003. – 134 с.
68. Урик Р.Дж. Основы гидроакустики / Перс. с англ. – Л.: Судостроение, 1978. – 448 с.
69. Кудрявцев В.И. Промысловая гидроакустика и рыболокция. Изд. «Пищевая промышленность». 1978. стр. 146.
70. Kubecka J. Use of horizontal dual-beam sonar for fish surveys in shallow waters. Cowx, I.G., (Ed.): stock assessment in inland fisheries. Blackwell, Oxford , pp. 165-178, 1996.
71. Kubecka J. and Wittingerova M. Horizontal beaming as crucial component of acoustic fish stock assessment in freshwater reservoirs. Fisheries Research 35 (1998) 99-106.
72. Knudsen, F.R. and Saegrov, H. Benefits from horizontal beaming during acoustic survey: application to three Norwegian lakes. Fisheries Research , 56(2), pp. 205-211, 2002.
73. MacLennan D.N., Fernandes P.G., Dalen J. A consistent approach to definitions and symbols in fisheries acoustics. ICES Journal of Marine Science, 59: 365 – 369. 2002.
74. Юданов К.И., Калихман И.Л., Теслер В.Д.. Руководство по проведению

- гидроакустических съемок. - М: ВНИРО, 1984. – 49,124 с. 7-9 стр.
75. Мамылов В.С. Результаты оценки силы цели *in situ* на частоте 38 кГц для основных промысловых объектов Северной Атлантики. Инструментальные методы оценки запасов промысловых объектов. Сборник научных трудов. ПИНРО-ВНИРО. Мурманск, 1988. стр. 3-18.
 76. Foote K. G. Target strength of fish. Encyclopedia of Acoustics, edited by Malcolm J. Crocker ISBN 0-471-80465-7. 1997 John Wiley & Sons, Inc. Pp. 494.
 77. Foote K. G. and Traynor J.J. Comparison of walleye pollock target strength estimates determined from *in situ* measurement and calculations based on swim bladder form. J. Acoust. Soc. Am. 83 (1). January 1988. pp. 9-17.
 78. Гончаров С.М., Попов С.Б., Бондаренко В.М., Мельник Н.Г., Смирнова Н.С., Ханаев И.В. Измерение силы цели байкальского омуля для повышения точности оценки его запаса в озере Байкал. Рыбное хоз-во. 2008. № 3. Стр. 87-90.
 79. Borisenko, E.S., Degtev A.I., Mochek A.D., and Pavlov D.S. Hydroacoustic Characteristics of Mass Fishes of the Ob-Irtysh Basin. Journal of Ichthyology, 2006, Vol. 46, Suppl.2, pp. S227-S234.
 80. Borisenko, E.S., Gusar, A.G. and Goncharov, S.M., 1989. The target strength dependence of some freshwater species on their length - weight characteristics. Proceedings of the Institute of Acoustics, 11 (3), pp. 27-34. Progress in Fisheries Acoustics, an underwater Acoustics Group Conference held in MAFF Fisheries Laboratory, Lowestoft, England, 21 to 22 March 1989.
 81. Warner, D. M., L. G. Rudstam, and R. A. Klumb. 2002. *In situ* target strength of alewives in freshwater. Transactions of the American Fisheries Society 131:212-223.
 82. Rudstam L.G., Parker S.L., Einhouse D.W., Witzel L.D., Warner D.M., Stritzel J.L., Parrish D.L. and Sullivan P.J. Application of *in situ* target-strength estimations in lakes: examples from rainbow-smelt surveys in Lakes

- Erie and Champlain. ICES Journal of Marine Science, 60: 500-507. 2003.
83. Love R. Dorsal-aspect target strength of an individual fish. J.Acoust.Soc. Am., 49(3):816-23. 1971.
 84. Kubecka J. and Duncan A. Acoustic size vs. real size relationships for common species of riverine fish. Fisheries Research 35 (1998) 115-125.
 85. Borisenko, E.S., Degtev A.I., Mochek A.D., and Pavlov D.S. Hydroacoustic Characteristics of Mass Fishes of the Ob-Irtysh Basin. Journal of Ichthyology, 2006, Vol. 46, Suppl.2, pp. S227-S234.
 86. Turkstra, E. Chemosphere / E. Turkstra, H.B. Pols. – 1989. – P. 539-551.
 87. Юфит, С.С. Диоксины. Основные понятия и проблемы (вводная лекция) / С.С. Юфит. – 1996. – С. 20-36.
 88. Travis, C. Environ. Sci. And Technol. / C. Travis, H. Hattemer-Frey, E. Silbergeld. – 1989. – P. 1061-1063.
 89. Rappe, C. Chemosphere / C. Rappe, S. Marklind. – 1989. – P. 1283-1290.
 90. Nakano, T. Chemosphere / T. Nakano, M. Tsuji, T. Okuno. – 1987. P. 1781-1786.
 91. Pearce, F. New Sci / F. Pearce. – 1985. –181 p.
 92. Cox, E.A. Chemosphere / E.A. Cox, E.E. Finnary. – 1986. – P. 1543-1548.
 93. Smith, R. Chemosphere / R. Smith, P.W. O’Keefe. – 1989. – P. 585-592.
 94. Czuczwa, J. Chemosphere / J. Czuczwa, V.Katona. – 1989. P. 847-850.
 95. Travis, C. Environ. Sci. And Technol. / C. Travis, H. Hattemer-Frey, E. Silbergeld. – 1989. – P. 1061-1063
 96. Norman, C. Nature / C. Norman. – 1976. – 309p.
 97. Mc-Cannell, E.E. Science. E.E. Mc-Cannell, G.W. Lucier. – 1984. – pp. 223, 4640, 1077-1079.
 98. Rappe, C. Chemosphere / C. Rappe, S. Marklind. – 1989. – pp. 1-6, 1283-1290.
 99. Young, A.L. Chemosphere / A.L. Young, L.G. Cockerham, C.E. Thalken. – 1987. – pp. 8-9, 1791-1815.
 100. Jaskson, D.K. Lewis publissess. Inc. Chelsea, Michigan. Chlorinated dioxins

- and dibenzofurans in perspective / D.K. Jaskson. – 1986. – p. 185-200.
101. Miller Glenn, C. Chemosphere / C. Miller Glenn, R. Hebert Vincent. – 1989. – pp. 1-6, 1265-1274.
 102. Facchett, S. Lewis publishers, Inc. Chelsea, Michigan. Chlorinated dioxins and dibenzofurans in perspective, 1986, 225-235.
 103. Poland, A. Fed Proceeding / A. Poland, A. Kende. – 1976. pp. 35, 12, 2404.
 104. Poland, A. Clin. Physiol. and Biochem. / A. Poland, J. Knutson, E. Glover. – 1985. – pp.2-3, 147-157.
 105. Safe, S. Biol. Mech. Dioxin Act. Cold Spring / S. Safe, T. Sawyer // Harbory. – N.Y., 1984. – p. 135-149.
 106. Goldstrin, J. Biol. Mech. Dioxin Act. Cold Spring / J. Goldstrin, J. Hardwick // Harbory. – N.Y., 1984. – p. 119-133.
 107. Refkind, A. Biol. Mech. Dioxin Act. Cold Spring / A. Refkind, Y. Hattori // Harbory. – N.Y., 1984. – p. 255-266.
 108. Roberts, E. Chemosphere / E. Roberts, N. Shear, A. Okey. – 1985. – p. 6-7, 661-674
 109. Parke, D. Mar. Environ. Res. / D. Parke. – 1985. – p. 2-4, 97-100.
 110. Gustasson, J. Individ. Susceptibility Genotoxic Agents Hum. Popul. / J. Gustasson, D. Carlstedt // Proc. Workshop, Research Triangle Park. – N.Y., 1984. – p. 89-108.
 111. Биохимическая фармакология / под ред. П.В. Сергеева. – М., 1982. – 343 с.
 112. Александрова, А.Е. Фармакол. и токсикол. / А.Е. Александрова, Б.Н. Филатов. – 1966. – С. 413-416.
 113. Murray, J. Theor. chim. acta / J. Murray, P. Politzer. – 1987. – p. 507-517.
 114. Gustafsson, J.-A. Biol. Mech. Dioxin Act. Cold Spring. / J.-A. Gustafsson, L. Poellinger. – N.Y., 1984. – p. 153-160.
 115. Nagayama, J. Arch. Toxicol. / J. Nagayama, Y. Masuda. – 1983. – p. 177-184.
 116. Каракчиев, Н.И. Военно-мед. ж. / Н.И. Каракчиев. – 1985. p. 74-75.

117. Soues, S. *Biochem. Pharmacol* / S. Soues, N. Fernandez. – 1989. p. 2841-2842.
118. Turner, J. *Environ. Health Perspect* / J. Turner, D. Collins, J. McKinney, J. Fawkey. – 1985. – p. 41-53.
119. Alsharif, N. *Xenobiotica* / N. Alsharif, C. Grandjean. – 1990. – p. 979-988.
120. Rozman, K. *Toxicol. and Appl Pharmacol.* / K. Rozman, T. Rozman, H. Greim. – 1984. – p. 372-376.
121. McKinney, J. *Environ. Health Perspect* / J. McKinney, J. Fawkey. – 1985. – p. 41-53.
122. McKinney, J. *Environ. Health Perspect* / J. McKinney. – 1989. – p. 323-336.
123. Poellinger, L. *Chemosphere* / L. Poellinger, J. Lund, J.-A. Gustafsson. – 1985. – p. 963-966.
124. Sassa, S. *Biol. Mech. Dioxin Act. Cold. Spring* / S. Sassa, H. Verneuil, A. Kappas // Harbor. – N.Y. – 1984. – 215-224.
125. Cairns, T. *Biomed. Mass Spectum.* / T. Cairns, R. Mitchum. – 1980. – pp. 11-12, 484-492.
126. Pirkle, J. *Toxicol. and Environ. Health* / J. Pirkle, W.J. Wolff. – 1989. – p. 165-171.
127. Ramsey, J. *Toxicol. and Appl. Pharmacol* / J. Ramsey, J. Hefner. – 1982. – p. 180-184.
128. Абдурахманов Г.М., Гасангаджиева А.Г., Габибова П.И. Эколого-географическая обусловленность и прогноз заболеваемости злокачественными новообразованиями населения республики Дагестан. Махачкала: ИП Овчинников (АЛЕФ). – 400 с.
129. Шабад Л.М. О циркуляции канцерогенов в окружающей среде. - М.: Медицина. – 1973. – 670с.
130. Баркер К., Кэмби Ф., Кэткотт Е.Дж., Чеймберс Лесли А., Холлидей Е.К., Хазегава А., Хейманн Г. и т.д. Загрязнение атмосферного воздуха. Женева: ВОЗ, 1962- 468 с.
131. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонова Г.И.; Экологическая

- эпидемиология. Под ред. Б.А. Ревича. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 384 с.
- 132.** Габибова, П.И. Медико-экологический мониторинг территории Республики Дагестан / П.И. Габибова, А.Г. Гасангаджиева, М.Г. Даудова - Под ред. Г.М. Абдурахманова. – Махачкала: АЛЕФ (ИП Овчинников М.А.). - 2013. – 200 с.
- 133.** Даудова, М.Г. Эколого-географическая оценка природной среды по комплексу заболеваемости злокачественными новообразованиями детского населения Республики Дагестан / М.Г. Даудова, Г.М. Абдурахманов, А.Г. Гасангаджиева, П.И. Габибова. – Махачкала : Издательско-типографский участок «Эко-пресс». – 2013. – 136 с.
- 134.** Медицинская экология: Учеб. Пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.А.Королев, М.В. Богданов, Ал.А. Королев и др.; Под ред. А.А. Королева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 192 с.
- 135.** Веденов М.Ф., Кремьянский В.И., Шаталов А.Т. Концепция структурных уровней в биологии//Развитие концепции структурных уровней в биологии. – М.: Наука, 1972. С. 32.
- 136.** Гаджиев А.А., Шихшабеков М.М., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А. Анализ экологического состояния Среднего Каспия и проблема воспроизводства рыб. - М.: «Наука» - 2003. - 422 с.
- 137.** Салманов М.А. Роль микрофлоры и фитопланктона в продукционных процессах Каспийского моря. - М.: «Наука». - 1987. -216 с.
- 138.** Абдурахманов Ю.А. Рыбы пресных вод Азербайджана. Баку: Из-во АН АзССР, 1962. – 405 с.
- 139.** Абдурахманов Г. М., Урсул А. Д., Мунгиев А. А., Алиев Н.-К. К., Гаджиев А. А., Абдурахманова А. Г. Государственная программа экологической безопасности и устойчивого развития Республики Дагестан. Издательство ДГУ. – Махачкала. - 1997. -265 с.
- 140.** Гаджиев А.А., Абдурахманова А.Г. Государственная программа экологической безопасности и устойчивого развития Республики

Дагестан. Изд-во ДГУ. – Махачкала. – 1997. - 265 с.

141. Алиев А.Д., Пятакова Г.М. Видовой состав и распределение зообентоса в Среднем и Южном Каспии. Биология Среднего и Южного Каспия. - М.: Наука. – 1968. - С. 80-105.
142. Березина Н.А. Гидробиология. - М.: Высшая школа. - 1963. - 439с.
143. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.; Л.; Из-во АН СССР – 1948. Ч.1.466 с.
144. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.; Л.; Из-во АН СССР – 1949. Ч.2.925 с.
145. Бирштейн Я. А. Вероятные изменения гидробиологического режима Каспийского моря // Тр. ВГБО. - 1953. – т. 5. – С. 3-12.
146. Расс Т. С. Ихтиофауна Каспийского моря и некоторые вопросы ее истории. Тр. ИОАН СССР. – 1951. - т. 6. - С. 105—116.
147. Косарев А.Н. Многолетняя изменчивость гидрологических характеристик в глубинных слоях Каспийского моря. / Океанология. – 1963. - т. 3. - вып. 1. - С. 49-59.
148. Бруевич С.В. О колебаниях климата в бассейне Каспийского моря по данным химического исследования грунтов. // В кн.: Сверхдолгосрочные прогнозы уровня Каспийского моря. - М.: Изд-во АН СССР. – 1957. - С. 48.
149. Аполлов Б.А. Каспийское море и его бассейн. - М.: Издат. АН СССР. – 1956.– 120 с.
150. Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. - М.: «Наука». – 1973. – 739 с.
151. Свиточ А.А., Янина Т.Д. Будущее Каспия в его прошлом. – Природа. – 1996. - т. 2. - с. 45-57.
152. Крисс Д.Е. Микробиология Каспийского моря. // Усп. соврем. Биологии. – 1956. - т. 42. - № 2. - С. 175-201.
153. Алигаджиев Г.А. Годовые и сезонные изменения биомассы бентоса западной части Среднего Каспия // Тр. ВНИРО. - 1975. - Т. 108. - С. 65-74.

154. Винецкая Н.П. Фосфатный фосфор и первичная продукция северной части Каспийского моря. Химические процессы в морях и океанах. - М. – 1966. - С. 145-151.
155. Левшакова В.Д. Некоторые экологические особенности фитопланктона Северного Каспия // Тр.КаспНИРХ. - 1971. - т.26. - С.67-82.
156. Яблонская Е. А. Кормовая база осетровых южных морей. Тр. ВНИРО. – 1964. - т. 54. - С. 81—112.
157. Яблонская Е.А. Влияние изменения биогенного стока на планктон и бентос Каспийского моря. - М.: «Наука». – 1974. - С. 71-93.
158. Яблонская Е.А., Винецкая Ж.И., Осадчих В.Ф., и др. Кормовая база и питание рыб Каспийского моря. – Астрахань. – 1972. - С. 146-150.
159. Яблонская Е. А., Зайцев А. И. Современное состояние в проблемы повышении биологической продуктивности Каспийского моря. // Водные ресурсы. – 1979. - Вып. 1. - С. 41—50.
160. Державин А. Н. Севрюга (*Acipenser stellatus* Pall.), биологический очерк. Изв. Бакин. ихтиол. лаб. - 1922. - 383 с.
161. Державин А.Н. Рыбные запасы и рыбохозяйственная мелиорация Каспия. Бюлл. Всекаспийской экспедиции. – 1932. - № 5-6. – С. 174 – 191.
162. Казанчев Е.Н. О проходных сельдях Каспийского моря.// Рыбное хозяйство. – 1965. - № 2. - С. 18-19.
163. Казанчев Е.Н. 1981. Рыбы Каспийского моря (определитель). М.: 168 с.
164. Марти Ю.Ю. Как повысить биологическую продуктивность Каспийского моря. - Природа.- 1972. - № 1. - С. 46-50.
165. Марти Ю.Ю. Биологическая продуктивность Каспийского моря. – М.- 1974. - 245 с.
166. Мейснер В. И. Промысловая ихтиология. - М.; Л.: Снабтехиздат. - 1933. - 192 с.
167. Приходько Б. И. Кильки Каспийского моря и их численность. Тр.

- ВНИРО. - 1975. - т. 108. - С. 144—153.
- 168.** Баранникова И. А. Функциональные основы миграции рыб. - Л.: Наука, 1975. - 210 с.
- 169.** Бердичевский Л. С. Биологическое обоснование регулирования северокаспийского рыболовства. - М.: Пищепромиздат. - 1958. – 58 с.
- 170.** Бердичевский Л. С. Биологические основы рационального ведения рыболовства в кн.: Труды Совещ. по динамике численности рыб. - М.: Изд-во АН СССР. - 1961. – С. 44-66.
- 171.** Дмитриев Н. А. К современному состоянию рыболовства в низовьях р. Терек. Изв. Дагестан. ихтиол. лаб. – Махачкала. – 1929. - вып. 1. - С. 77-96.
- 172.** Дмитриев Н. А. К вопросу о миграциях сельди в районе западного побережья Каспия. // Рыб. хоз-во СССР. – 1936. - № 2. - С. 39-46.
- 173.** Демин Д.З. Результаты изучения места и нереста частиковых рыб в системе Н-Терских озер. – Махачкала. – 1937. - 23 с.
- 174.** Демин Д.З. Нижне-Терские озера и их рыбохозяйственное значение. – Махачкала: Дагест.сельхоз ин-т. – 1946. – 164 с.
- 175.** Демин Д. З. Полупроходные рыбы дельты р. Терек.// Вопр. Ихтиологии. – 1962. - т. 2. - вып. 1 (22). - С. 90-99.
- 176.** Демин Д. З. Воспроизводство осетровых рыб Каспия в реках Дагестана. - М.: Изд-во АН СССР. – 1963. С. 34-39.
- 177.** Магомедов Г.М. Промысловые рыбы Дагестана, на запасы и промысел. - Махачкала. - 1981. – 233 с.
- 178.** Омаров М.О. Расселение растительноядных рыб во внутренних водоемах Дагестана. // В кн.: «Материалы VII Всесоюзного совещания по акклиматизации растительноядных рыб». – Кишинев. – 1972. - С. 34-35.
- 179.** Абдусаматов А.С. Биология белого амура, белого толстолобика и пестрого толстолобика // Вопросы ихтиологии. - 1986. - т.26. - вып.3.– С. 7

180. Абдусамадов А.С. Состояние запасов и прогноз уловов рыб в дагестанском рыбопромысловом районе. Международная конференция «Морехозяйственный комплекс». – Махачкала: ДНЦ РАН – 2001. – С. 38-44.
181. Абдусамадов А.С. Состояние и пути развития рыбной отрасли западно-каспийского района.//Сб. статей Международной конференции «Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы». – Астрахань, из-во КаспНИРХ.- 2003. - С. 11 – 14
182. Виноградов Л. Г., Яблонская Е. А. Проблемы рыбохозяйственной мелиорации Каспийского моря. / В кн.: Изменения биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. - М.: «Наука» - 1965. – С. 3 – 53.
183. Барсукова Д. А. Многолетний биогенный сток р. Волги у г. Астрахани. – Тр. КаспНИРХ. – 1971. - т. 26. - С. 42-53.
184. Астахова Т. В., Бухарина З. П., Казанчев Е. Н. и др. Современное состояние и перспективы воспроизводства промысловых рыб. - В кн.: Биологические ресурсы Каспийского моря: Тез. конф. - Астрахань: Волга. – 1972. - С. 33-35.
185. Беляева В.Н., Казанчев Е.Н., Распопов В.М. и др. Каспийское море:Ихтиофауна и промысловые ресурсы /В.Н. Беляева, Е.Н.Казанчев, В.М. Распопов и др. М.: Наука,- 1989. 236 с.
186. Иванов В.П. Основные пути сохранения и использования биологических ресурсов Каспийского моря//Состояние запасов промысловых объектов на Каспии и их использование. Астрахань. Изд-во каспНИРХа, 2001. С. 8-24.
187. Амирханов М.И. состояние нерестовой популяции севрюги р.Терекав 1966 г. //Тр.ЦНИОРХа, 1971.т. 3. С.19-25.
188. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России // Под ред. Ю.С.Решетникова. М.: Наука, 1998. 218 с.
189. Романовский Ю.Э. Стратегия жизненного цикла: синтез эмпирических

- и теоретических подходов// Журн. общ. биол., 1998. Т. 59, № 6, с.565-585.
190. Северцов С.А. Динамика населения и приспособительная эволюция животных // М.-Л.: изд-во АН СССР, 1941 316 с.
 191. Stearns S.C. 1992. The evolution of life histories// Oxford: Oxford Univ.Press,249 p.
 192. Gadgil M and Bossert W.H. 1970. Life history consequences of natural selection //Am. Nat., 104, p.1-24.
 193. Никольский Г.В. Частная ихтиология. - М.: Сов.наука. – 1954. – 458 с.
 194. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов. - М.: Пищевая промышленность. - 1974. – 448 с.
 195. Красная книга Российской Федерации. 2001. М.:АСТ, Астрель. С. 256-257.
 196. Красная Книга Республики Дагестан. Махачкала. 2009. 552 с.
 197. Sokolov L.I., Vasil'ev V.P.1989. Acipenser nudiventris Livetsky, 1829 in: The freshwater fishes of Europe. Wiesbaden: AULA-Verl., 1989. Vol. 1, pt 2. P. 206-226
 198. Бабушкин Н.Я. Биологич и промысел каспийской белуги// Тр. ВНИРО. - 1964. - Т. 52. Сб. 1. С. 183-258.
 199. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С.Решетникова. М.: Наука, 2002. 379 с.
 200. Дорофеева Е.А. Кариологическое обоснование систематического положения каспийского и черноморского лосесей (*Salmo trutta caspius* Kessler, *Salmo trutta lobrax* Pallas)// Вопр. Ихтиологии. 1965. Т.5. В. 1 (34). С. 38-41.
 201. Васильева Е.Д., Позняк В.Г. 1986. Морфологическая характеристика предкавказской щиповки *Sabanejewia caucasica* (Berg) (Cobitidae) //Вопр. ихтиологии. Т. 26, вып. 3. С. 402-409.
 202. Васильева Е.Д.1995. Об отсутствии каспийской щиповки *Sabanejewia*

- caspia* (Cobitidae) в бассейне Северного Каспия // Вопр. ихтиологии. Т. 35, вып. 6. С. 822-824.
- 203.** Долгий В.Н. 1993. Ихтиофауна бассейнов Днестра и Прута. Кишинев:Штиинца. 319 с.
- 204.** Дмитриева Е.Н.1973. Нерестилища судака *Lucioperca lucioperca* (L.) и берша *L. volgensis* в р.Урал //Вопр. ихтиологии, Т. 13, Вып. 5. С.934-937.
- 205.** Рагимов Д.Б. Биология размножения бычков у западного побережья Среднего и Южного Каспия.- Изв. АН Азерб.ССР, сер.биоллог.науки, 1967. №6.С. 48 -53.
- 206.** Рагимов Д.Б. Распределение бычков у западного побережья Среднего и Южного Каспия. - Изв. АН Азерб.ССР, сер.биолог.науки, 1968. № 4.С. 66 -74.
- 207.** Рагимов Д.Б. Распространение и численность бычковых в Северном Каспии// Вопр. ихтиологии, 1997. Т.37. Вып. 2.С. 223-231.
- 208.** Гаибова Р.А., Рагимов Д.Б. К вопросу о питании бычков западного побережья Среднего и Южного Каспия // Изв. АНАзССР, сер.биолог.науки. В.4. 1970. С.58-64.
- 209.** Пинчук В.И. Система бычков родов *Gobius*, *Neogobius* *Mesogobius*. – Вопросы ихтиологии, 1961. Т. 1. В. 2(19). С. 253- 261.
- 210.** Левонтин Р. К. Адаптация // Эволюция. - М.: Мир, 1981. - С. 241-264.
- 211.** Алтухов Ю. П. Внутривидовое генетическое разнообразие: мониторинг и принципы сохранения // Генетика. - 1994. - Т. 31, № 10. - С. 1333-1357.
- 212.** Динамика популяционных генофондов при антропогенных воздействиях. - М.: Наука, 2004. - 619 с.
- 213.** Популяционная генетика и управление рыбным хозяйством. - М.: Агропромиздат, 1991. - 480 с.
- 214.** Национальная стратегия сохранения биоразнообразия. - М.: Российская академия наук, Министерство природных ресурсов

Российской Федерации, 2001. - 76 с.

215. Переварюха Т.Ю. Некоторые правовые и биологические аспекты сохранения биоразнообразия при искусственном воспроизводстве рыб (на примере осетровых) // Вестник Аст-раханского государственного технического университета: серия рыбное хозяйство. – 2010. – № 1. – С. 107–114.
216. Экологическая доктрина Российской Федерации, 2003. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.08. 2002 г. № 1225-р «Об одобрении Экологической доктрины Российской Федерации».
217. Бессонов, А.С. Трихинеллез / А.С. Бессонов // В кн.: Проблемы гельминтологии. – М., 1979. – С. 130-208.
218. Бессонов, А.С. Таксономический статус нематод рода *Trichinella* Railliet, 1895 / А.С. Бессонов // Материалы конференции и по трихинеллезу человека и животных. – М., 1996. – С. 12-14.
219. Бессонов, А. С. Практические рекомендации по профилактике и борьбе с трихинеллезом в Российской Федерации / А.С. Бессонов // Ветеринария. – 1998. – №10. – С. 29-31
220. Бессонов, А.С. Трихинеллез: Современные проблемы борьбы и профилактики / А.С. Бессонов // Ветеринария. – 2001. – № 7. – С. 3-7.
221. Волков, Ф.А. Диагностика трихинеллеза / Ф.А. Волков // Ветеринария. – 1996. – № 9. – С. 36-37.
222. Маханько, В.И. Трихинеллез. Ветеринарно-санитарный аспект / В.И. Маханько. – Ставрополь: СГСХА, 2001. – 15 С.
223. Бритов, В.А. Возбудители трихинеллеза / В.А. Бритов – М.: Наука, 1982. – 272 С.
224. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации СанПиН 3.2.569-96. – Москва, 2003.
225. Global Biodiversity Outlook 2. Secretariat of the Convention on Biological Diversity Montreal. 2006. 81 p.
226. Global Environment Outlook 4. Environment for development. United

- Nations Environment Programme — UNEP. 2007. 540 p.
- 227.** Millennium ecosystem assessment. Ecosystems and human wellbeing: synthesis. Washington: Island Press. 2005. 138 p.
- 228.** Зенкевич Л.А. Биология морей СССР. – М.: Изд-во АН СССР. – 1963. – 739 с.
- 229.** Зенкевич Л.А. Классификация солоноватых водоемов на примере морей СССР // Избранные труды. Том 1. Биология северных и южных морей СССР. – М: Наука. –1977. – 339 с.
- 230.** Старобогатов Я.И. Систематика и палеонтология // Дрейссена: Систематика, экология, практическое значение. – М.: Наука. – 1994. – С. 18-46.
- 231.** Kinne O. Salinity–Animals–Invertebrates // Marine Ecology. – London etc.: Wiley-Interscience, 1971. – Vol. 1, № 2. – Pt. 821-995.
- 232.** Хлебович В.В. К биологической типологии эстуариев Советского Союза // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1986. – Т. 141. – С. 5-16.
- 233.** Хлебович В.В. Критическая соленость биологических процессов. – Л.: Наука. – 1974. – 236 с.
- 234.** Хлебович В.В. Критическая соленость и хорогалиникум: современный анализ понятий // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1989. – Т. 196. – С. 5-11.
- 235.** Андреев Н.И., Андреева С.И. Зообентос култуков Арала до и после зарегулирования стока рек (к вопросу о положении хорогалинной зоны в Аральском море) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1990. – Т. 223. – С. 53-66.
- 236.** Логвиненко Б.М. Полипойкилогалинная зона как экологический барьер для моллюсков // Моллюски и их роль в экосистемах: Автореф. докл. – Л.: Наука. – 1968. – С. 43-44.
- 237.** Khlebovich V.V. Aspects of animal evolution related to critical salinity and internal state // Marine Biology. – 1969. – Vol. 2, № 4. – P. 338-345.
- 238.** Khlebovich V.V. Some peculiar features of the hydrochemical regime and the fauna of mesohaline waters // Marine Biology. – 1968. – Vol. 2, № 4. –

- Р. 47-49.
- 239.** Khlebovich V.V. Some Physic-chemical and Biological Phenomena in the salinity Gradient // *Limnologica*. – 1990. – Vol. 20, № 1. – P. 5-8.
- 240.** Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов. *Океанология*, 1994, том 34, № 5, с. 735-747.
- 241.** Мордухай-Болтовской Ф.Д. Состав и распределение Каспийской фауны по современным данным // *Тр. Всесоюзн. гидробиол. об-ва*. – 1978. – Т. 22. – С. 100-139.
- 242.** Шорыгин А.А. Изменения количества и состава бентоса Северного Каспия в 1935–1940 гг. // *Зоол. журн.* – 1945. –Т. 24, вып. 3. – С. 148-160.
- 243.** Яблонская Е.А., Осадчих В.Ф. Изменение кормовой базы бентосоядных рыб Северного Каспия. *Тр. ВНИРО*. - 1973. - т. 80. - с. 48-72.
- 244.** Виноградов Л. Г. Предстоящие изменения каспийской кормовой фауны и необходимые меры по ее укреплению / Л. Г. Виноградов // *Тр. ВНИРО*. 1959. Т. 38, вып. 1. С. 165–175.
- 245.** Андреева С.И., Андреев Н.И. Роль соленостных барьеров в формировании эндемичных фаун двустворчатых моллюсков // *Рукопись деп. в ВИНТИ РАН*. – 24.04.01. № 1078–В 01. – Омск. – 2001. – 39 с.
- 246.** Гордеев В.В. Речной сток в океан и черты его геохимии. – М.: Наука. – 1983. – 160 с.
- 247.** Цыцарин А.Г., Лобов А.Л. О формировании солевых барьеров в Азовском, Каспийском и Аральском морях // *Метеорология и гидрология*. – 1995. – № 6. – С. 84-94.
- 248.** Хлебович В.В., Аладин Н.В. Гипотоническая регуляция у морских ветвистоусых ракообразных *Evadne nordmani* и *Podon leuckarti* // *Журн. эвол. биохим. и физиол.* – 1976. – Т. 12, № 6. – С. 591-592.
- 249.** Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 1. Формы из открытых морей и океанов //

- Зоол. журн. – 1982а. – Т. 61, Вып. 3. – С. 341-351.
- 250.** Аладин Н.В. Соленостные адаптации и осморегуляторные способности ветвистоусых ракообразных. 2. Формы из Каспийского и Аральского морей // Зоол. журн. – 1982б. – Т. 61, Вып. 4. – С. 507-514.
- 251.** Potts W.T.W., Durning C.T. Physiological evolution in the branchiopods // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1980. – Vol. 67B. – P. 475-484.
- 252.** Колесников В.П. К вопросу о происхождении каспийских моллюсков // *ДАН СССР.* – 1939. Т. 25, вып. 5. – С. 454-456.
- 253.** Старобогатов Я.И., Ситникова Т.Я. Процесс видообразования в гигантских озерах // *Экологические исследования Байкала и байкальского региона.* – Иркутск: Изд. Иркут. Гос. Ун-та. – 1992. – Ч. 1. – С. 18-53.
- 254.** Старобогатов Я.И. Фауна моллюсков и зоогеографическое районирование континентальных водоемов земного шара. – Л.: Наука. – 1970. – 372 с.
- 255.** Николаева Р.В. Морфометрические характеристики. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. С. 6-13.
- 256.** Ардабьева А.Г., Волошко Л.Н., Климова А.Н., Левшакова В.Д. Санина Л.В., Татаринцева Т.А. Распределение фитопланктона Каспийского моря. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука, 1985. - С. 31-54.
- 257.** Кузьмичева В.И., Курашова Е.К., Картунова Т.А., Тиненкова Д.Х., Эпштейн Б.М., Абдуллаева Н.М., Владимирская Е.В., Бадалов Ф.Г., Мамаев М.М. Зоопланктон. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука, 1985. С. 86-120.
- 258.** Гримм О.А. Каспийское море и его фауна. Труды Арало-Каспийской экспедиции. Вып. II. Тетрадь 2. Изд. СПб. общества естествоиспытателей, 1877. 105 с.
- 259.** Книпович Н.М. Общий обзор работ Каспийской экспедиции 1904 г. //Труды Каспийской экспедиции 1904 г. Т. 1. Отд. оттиск. 113 с.

- 260.** Книпович Н.М. Труды Каспийской эксп. 1914-1915 гг. // Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914-1915 гг, 1921. Т.1. 937 с.
- 261.** Романова Н.Н., Осадчих В.Ф. Современное состояние зообентоса Каспийского моря. Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М.: Наука, 1965. С.138-165.
- 262.** Атлас беспозвоночных Каспийского моря. М.: Пищевая промышленность, 1968. – 414 с.
- 263.** Тарасов А.Г. Донная фауна глубоководных впадин Каспия. 1. Биологическое разнообразие // Зоологический журнал, 1996 б. 75(12): 1763-1775.
- 264.** Тарасов А.Г. Донная фауна глубоководных впадин Каспия. 2. Генезис и вертикальная зональность // Зоологический журнал, 1997. 76(1): 5-15.
- 265.** Тарасов А.Г. Новые данные о донных беспозвоночных глубоководных зон Каспийского моря // Зоологический журнал, 1996 а. 75(6): 848-856.
- 266.** Гордиенко Ю.К., Косарев А.Н. Гидрологическая структура и водные массы. Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986 - С. 38-49.
- 267.** Катунин Д.Н., Беспарточный Н.И., Гусева С.А., Косарев А.Н. Средний и Южный Каспий. Гидрохимические условия. Каспийское море // Гидрология и гидрохимия. М.: Наука, 1986. С. 206-244.
- 268.** Сапожников В.В., Белов А.А. Условия появления сероводорода в глубоководных котловинах Среднего и Южного Каспия // Океанология, 2003. 43 (3): 368-370.
- 269.** Воробьева А.А. Новое в биологии каспийских амфипод. Виды-вселенцы в европейских морях России // Тезисы докл. науч. семинара (г. Мурманск, 27-28 января 2000 г.). Мурманск. С. 24-25.
- 270.** Горшкова Т.И. Карбонаты и органическое вещество в осадках Среднего и Южного Каспия. Труды ВНИРО, 1959. 38: 142-151.
- 271.** Шорыгин А.А., Карпевич А.Ф. Новые вселенцы Каспийского моря и их

- значение в биологии этого водоема. Крымиздат, 1948. 107 с.
- 272.** Фроленко Л.Н. Зообентос Азовского моря в условиях антропогенных воздействий. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Краснодар, 2000. 24 с.
- 273.** Казанчеев Е.Н. О замедленном росте северокаспийской воблы (*Rutilus rutilus caspicus* Jar.). Труды КаспНИРХ, 1967. Т. 23. С. 108-110.
- 274.** Касимов Р.Ю. Исследование динамики роста и выживаемости искусственной и естественной молоди осетровых в различных условиях // Новое в рыбохозяйственных исследованиях Азербайджана. Баку: Азернешр, 1973. С. 106-117.
- 275.** Тарвердиева М.И. Роль акклиматизированных организмов в питании осетра и севрюги Каспийского моря в 1962 г. Изменение биологических комплексов Каспийского моря за последние десятилетия. М.: Наука, 1965. С.234-256.
- 276.** Богачев В.В. Материалы по изучению третичной ихтиофауны Кавказа. Труды Азерб. нефт. исслед. ин-та. 1933. Вып. 15. - 62 с.
- 277.** Карпинский М.Г. Об особенностях вселения морских видов в Каспий // Российский журнал биологических инвазий, 2009. 2: 2-8.
- 278.** Реймерс Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник. - М.: Мысль, 1990.-637 с.
- 279.** Соломатина Э.К. Жирные кислоты - биомаркеры водной экосистемы // Наука в России, 1997.- № 2. - С. 42 - 43.
- 280.** Патин С.А. Особенности распределения и биологического действия загрязняющих веществ в Мировом океане // Человек и биосфера, 1982. - С. 62 - 71.
- 281.** Кожова О.М., Бекман М.Ю. Эволюционная гидробиология Байкала //Проблемы экологии Прибайкалья. Ч.1: Общие вопросы экологического мониторинга. Математическое моделирование и прогнозирование экосистем. - Иркутск, 1982. - С. 20-21.
- 282.** Кожова О.М., Бейм А.М., Павлов Б.К. Принципы гидробиологического мониторинга и биоиндикации // Комплексные исследования экосистем

- бассейна реки Енисей. - Красноярск: Изд. Красноярск. ун-та, 1985.-С. 3-13.
- 283.** Peacall D.B., Tucker R.K. Extrapolation from Single Species Studies to Populations, Communities and Ecosystems, in *Methods for Estimating the Risk of Chemical Injury: Human and Non-Human Biota and Ecosystems*, SCOPE 26 (Vouk V.B., Butler G.C., Hoel D.G., Peacall D.B., Herausgeb.). - Wiley and Sons, NewYork, Chichester, 1985. -P. 613-629.
- 284.** Бейм А.М., Ербаева Э.А., Измestьева Л.Р. Долгосрочное прогнозирование состояния экосистем. - Новосибирск.: Наука, 1988. - 235 с.
- 285.** Реймерс Н.Ф. Экология (теории, законы, правила, принципы и гипотезы). - М.: Россия молодая, 1994. - 367 с.
- 286.** Рубин А.Б. Кинетика биологических процессов // Соросовский образовательный журнал. № 10, 1998. - С. 84-91.
- 287.** Lineweaver H., Burk D. // *J. Amer. Chem. Soc.* -1934, 56. -P. 658-666.
- 288.** Корниш-Боуден Э. Основы ферментативной кинетики. - Москва: Мир, 1979. - 280 с.
- 289.** Печуркин Н.С. Популяционная микробиология. - Новосибирск: Наука, 1978.-274 с.
- 290.** Животовский Л.А. Популяционная биометрия - М.: Наука, 1991.- 271 с.
- 291.** Dean A.C.R., Hinshelwood C. Growth function and regulation in bacterial cells. - Oxford, 1966. - 530 p.
- 292.** Hinshelwood S.N. The chemical cinetics of bacterial cell. - Oxford,1966.- 284 p.
- 293.** Иерусалимский Н.Д. Принципы регулирования скорости роста микроорганизмов. В кн.: Управляемый биосинтез. - М., 1966.- С. 6-18.
- 294.** Чернавский Д.С, Иерусалимский Н.Д. О принципе минимума в кинетике ферментативных реакций. - В кн.: Управляемый биосинтез. - М., 1966. - С. 19-24.
- 295.** Rashevsky N. Some remarks on the mathematical theory of nutrition

- offishes. // *Bull. Of mathematical biophysics*, 1959. - V. 21, N2. - P. 161-184.
- 296.** Gaudy A.F., Ramanathan M., Rao B.S. Kinetic behavior of heterogeneous population in completely mixed reactors // *Biotechnol. And Bioengineering*, 1967. -V. 9.-P. 387-411.
- 297.** Кураков А.В., Ильинский В.В., Котелевцев СВ., Садчиков А.П. Биоиндикация и реабилитация экосистем при нефтяных загрязнениях. - М.: Графикон, 2006. - 336 с.
- 298.** Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. - Москва, 1979. - 202 с.
- 299.** Куценко С.А. Основы токсикологии. - Санкт-Петербург, 2002. 396 с.
- 300.** Шитиков В.К., Розенберг Г.С, Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. - Тольятти: ИЭВБ РАН,2003.-463 с.
- 301.** Крестьянинов П.А., Крюкова О.В. Применение биологических методов анализа при оценке загрязнения окружающей среды. // *Современные проблемы органической химии, экологии и биотехнологии. Материалы Межд. конф., Луга -2001.-С. 87-89.*
- 302.** Алиев Н.К., Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А. Экологические проблемы бассейна Каспия. - Махачкала, 1997.-159 с.
- 303.** Либих Ю. Химия в приложении к земледелию и физиологии.- М.-Л., 1936.-408 с.
- 304.** Митчерлих Э.А. Определение потребности почвы в удобрении. - М.-Л., 1931.- 104с.
- 305.** Ризниченко Г.Ю. Математические модели в биофизике и экологии. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 184 с.
- 306.** Абдурахманов Г.М., Мунгиев А.А., Гаджиев А.А. Оценка экологической ситуации в бассейне Каспийского моря. // *Экология и комплексная проблема охраны Каспийского моря и его побережья.: Материалы Всеросс. научн. конф., Махачкала, 1997.*

- 307.** Тейлор Дж. Введение в теорию ошибок. - Москва: Мир, 1985. - 272 с.
- 308.** Гусева Т.В., Молчанова Л.П., Заика Е.А., Винниченко В.Н., Аверочкин Е.М. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды: справочные материалы. -М.: Эколайн, 2000. <http://ecolife.org.ua>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПРОГРАММНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

Программное обеспечение для определения размерного ряда рыб

ТЕКСТ ПРОГРАММЫ

2. Модуль поиска локальных максимумов

```
#ifndef LOCAL_MAX_H_INCLUDED
#define LOCAL_MAX_H_INCLUDED
#include "main.h"
// максимальное количество локальных максимумов для одного луча
#define LOCAL_MAX_LIMIT 1000
/** \brief Структура, описывающая локальный максимум
 *
 */
struct LocalMaxPoint_t
{
    int Sample; // номер отсчёта
    float Value; // значение
};
/** \brief Структура, описывающая массив
 *    локальных максимумов для одного луча
 *
 */
struct LocalMax_t
{
    int Num; // количество локальных максимумов
    LocalMaxPoint_t LMax[LOCAL_MAX_LIMIT]; // массив структур
    локальных максимумов
}
```

```
};
```

```
/*
```

При передаче в функцию указателей на одномерный массив амплитуд вида `Ampl[MAX_PITCHES]`, следует сделать приведение указателя

к типу указателя на массив:

```
(float (*)(BEAM))Ampl
```

или использовать перегруженную функцию :)

```
*/
```

```
// поиск локальных максимумов
```

```
bool LocalMaximums(const float Ampl[][BEAMS],
```

```
LocalMax_t* LocalMax,
```

```
float AmplLocalMax[][BEAMS],
```

```
const int NumSamples,
```

```
const int NumBeams);
```

```
// поиск локальных максимумов для одномерных массивов (перегружена)
```

```
bool LocalMaximums(const float* Ampl,
```

```
LocalMax_t* LocalMax,
```

```
float* AmplLocalMax,
```

```
const int NumSamples,
```

```
const int NumBeams);
```

```
#endif // LOCAL_MAX_H_INCLUDED
```

```
#include "local_max.h"
```

```
// --- локальные константы ---
```

```
#define RISE_SEARCH 0
```

```
#define MAX_SEARCH 1
```

```
/** \brief Функция поиска локальных максимумов
```

```
*
```

```
* \param Ampl - указатель на массив входных сигналов
```

```

* \param LocalMax - указатель на массив структур локальных максимумов
*
*       в который будет выведен результат
* \param AmplLocalMax - указатель на массив (подобный входному)
*
*       в который будут вписаны значения амплитуд
*
*       локальных максимумов в соответствующие позиции
* \param NumSamples - количество отсчётов в каждом луче
* \param NumBeams - количество лучей
*
* \return результат выполнения
* \retval true - успешное выполнение
* \retval false - превышен лимит локальных максимумов
*/

```

```

bool LocalMaximums(const float Ampl[][BEAMS],
                  LocalMax_t* LocalMax,
                  float AmplLocalMax[][BEAMS],
                  const int NumSamples,
                  const int NumBeams)
{
    bool res = true; // результат
    // цикл по лучам
    for (int i=0; i < NumBeams; i++)
    {
        int state = RISE_SEARCH;
        float sample_prev,
              sample_curr,
              sample_next;

        int k = 0; // счётчик локальных максимумов
        // цикл по отсчётам
        for (int j=0; j < NumSamples; j++)
        {

```

```

sample_curr = Ampl[j][i];
// выводить только при не нулевом указателе
if (AmplLocalMax)
    AmplLocalMax[j][i] = 0; // обнулить значение текущего отсчёта
switch (state)
{
// поиск переднего фронта
case RISE_SEARCH:
    if (sample_curr == 0)
        break; // передний фронт не найден, выход
// для переднего фронта предыдущий отсчёт
// приравнять следующему
sample_prev = sample_next = Ampl[j + 1][i];
// рассчитываем локальный максимум
if (sample_curr > sample_next)
{
// локальный максимум найден
// выводить только при не нулевых указателях
if (LocalMax)
{
LocalMax[i].LMax[k].Sample = j; // сохранить номер отсчёта
LocalMax[i].LMax[k].Value = sample_curr; // сохранить
значение
}
}
if (AmplLocalMax)
    AmplLocalMax[j][i] = sample_curr; // вывести значение
k++;
}
// передний фронт найден
// идти на поиск максимумов

```



```

state = MAX_SEARCH;
break;
// поиск максимумов
case MAX_SEARCH:
    sample_prev = Ampl[j - 1][i];
    sample_next = Ampl[j + 1][i];
    // проверка на задний фронт
    if (sample_next == 0)
    {
        // для заднего фронта следующий отсчёт
        // приравнять предыдущему
        sample_next = sample_prev;
        // рассчитываем локальный максимум
        if (sample_curr > sample_next)
        {
            // локальный максимум найден
            // выводить только при не нулевых указателях
            if (LocalMax)
            {
                LocalMax[i].LMax[k].Sample = j; // сохранить номер отсчёта
                LocalMax[i].LMax[k].Value = sample_curr; // сохранить
значение
            }
            if (AmplLocalMax)
                AmplLocalMax[j][i] = sample_curr; // вывести значение
            k++;
        }
        // задний фронт найден
        // идти на поиск переднего фронта
        state = RISE_SEARCH;

```

```

    }
else
{ // задний фронт не найден
    // рассчитываем локальный максимум
    if ( (sample_curr > sample_prev)
        && (sample_curr > sample_next))
    {
        // локальный максимум найден
        // выводить только при не нулевых указателях
        if (LocalMax)
        {
            LocalMax[i].LMax[k].Sample = j; // сохранить номер отсчёта
            LocalMax[i].LMax[k].Value = sample_curr; // сохранить
значение
        }
        if (AmplLocalMax)
            AmplLocalMax[j][i] = sample_curr; // вывести значение
        k++;
    }
}
}
// проверка на превышение лимита локальных максимумов
if (k >= LOCAL_MAX_LIMIT)
{
    // предел лимита локальных максимумов превышен
    res = false; // установить признак ошибки
    break; // выход из текущего луча
}
}
// сохранить количество локальных максимумов для текущего луча

```

```

        // выводить только при не нулевом указателе
        if (LocalMax)
            LocalMax[i].Num = k;
    }
    return res;
}

/** \brief Функция поиска локальных максимумов (перегруженная)
 *   для работы с указателями на одномерные массивы
 *
 * \param Ampl - указатель на массив входных сигналов (одномерный)
 * \param LocalMax - указатель на массив структур локальных максимумов
 *                   в который будет выведен результат
 * \param AmplLocalMax - указатель на массив (подобный входному)
 *                       в который будут вписаны значения амплитуд (одномерный)
 *                       локальных максимумов в соответствующие позиции
 * \param NumSamples - количество отсчётов в каждом луче
 * \param NumBeams - количество лучей
 *
 * \return результат выполнения
 * \retval true - успешное выполнение
 * \retval false - превышен лимит локальных максимумов
 */
bool LocalMaximums(const float* Ampl,
                   LocalMax_t* LocalMax,
                   float* AmplLocalMax,
                   const int NumSamples,
                   const int NumBeams)
{
    return LocalMaximums((float (*)[BEAMS])Ampl,
                          LocalMax,

```

```

        (float (*)(BEAMS))AmplLocalMax,
        NumSamples,
        NumBeams);
}

```

3. Модуль селекции донного сигнала

```

#ifndef SDS_H_INCLUDED
#define SDS_H_INCLUDED
#include "local_max.h"
/** \brief Структура параметров
 *      алгоритма СДС
 */
struct sds_options_t
{
    float TauImp, // длительность зондирующего импульса - 0.001 с.
        Teta07, // ширина ХН по уровню 0.7 - 7 градусов
        DeltaT, // период дискретизации - 0.0000333333 с.
        Ch2o, // скорость звука в воде - 1523.78
        DeltaH, // вертикальное смещение судна при качке - 0.5 м
        Porog_start, // порог амплитуды - в дБ
        Kporog, // коэффициент порога амплитуды по отношению к найденной
максимальной в дБ
        Kporog1, // коэффициент А в формуле шага 6 алгоритма СДС
        Kporog2, // коэффициент В в формуле шага 6 алгоритма СДС
        Kporog3, // коэффициент С в формуле шага 6 алгоритма СДС
        Strob_multy, // коэффициент расширения
        StartDist, // стартовая дистанция работы алгоритма
        StopDist, // стоповая дистанция работы алгоритма
        DeltaA, // SecondEdition порог детектирования в дБ.

```

```

    Beta, // SecondEdition коэффициент затухания в дБ/км
        K_Calib; // SecondEdition коэффициент калибровки
    int Kповт, // количество отрицательных повторов поиска дна в боковых
лучах для остановки поиска
        R, // текущий диапазон дальности - 50m
        Kd, // коэффициент расширения диапазона отсчётов режима D - (2
или 3)
        antenna_mode, // Параметр antenna_mode: 2 - антенна слева, 1- снизу, 0 -
справа
        Max_angle, // максимальный угол для наклонного луча, для которого
производится межлучевая СДС =80 град.
        bottom_margin, // отступ от дна, в отсчётах (0.5м)
        test_on; // 0 - режим записи при сваливания в D выключен, 1 -
включён
    bool IsWork; // флаг признака включения работы алгоритма
};
/** \brief Структура, описывающая параметры
* линии дна в луче
*/
struct multybeams_t
{
    int Sample; // номер отсчёта (-1 - нет донного сигнала)
    float Value; // значение амплитуды
};
struct multybeams_test_t // структура для отладки
{
    int prev_Vbeam;
    int prev_Index;
    float prev_Porog;
    int prev_Stobe;

```

```

    int Vbeam;
    int Sample; // номер отсчёта
    float Value; // значение
    multybeams_t multybeams5[5];
};
void save_errors_info(const char* filename, multybeams_test_t* err);
void save_errors_top_info(const char* filename, multybeams_test_t* err);
// вычисление достоверного номера отсчёта,
// соответствующего дну (по циклу всех режимов)
/*
int calc_sds_regims(LocalMax_t* loc_max,
    float ugol_bortovoi_kachki,
    sds_options_t* s,
    int* Nbeam,
    multybeams_t* multybeams);
*/
int calc_sds_regims(LocalMax_t* loc_max,
    float ugol_bortovoi_kachki,
    sds_options_t* s,
    int* Nbeam);
// ----- Глобальные переменные -----
// результаты работы алгоритма СДС
extern int SDS_depth_n, // отсчёт глубины
    SDS_beam; // луч
extern multybeams_t multybeams[]; // отсчёты дна внутри лучей, -1 если линия
дна отсутствует
extern int bottom_line_TS[], //массив линии дна, для применения функции
исключения донного сигнала к протяженным целям
    bottom_line_Sv[]; //массив линии дна, для применения функции
исключения донного сигнала к одиночным целям

```

```

#endif // SDS_H_INCLUDED

#include <stdio.h>
#include "main.h"
#include "sds.h"
#include "varu.h"
#include "porog.h"

// результаты работы алгоритма СДС
int SDS_depth_n; // отсчёт глубины
int SDS_beam; // луч
// массив структур параметров линии дна
multybeams_t multybeams[BEAMS] =
{
    {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0},
    {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0},
    {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0},
    {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0}, {-1, 0},
    {-1, 0}
}; // отсчёты дна внутри лучей, (Sample = -1, если нет дна)
int bottom_line_TS[BEAMS], //массив линии дна, для применения функции
исключения донного сигнала к протяженным целям
    bottom_line_Sv[BEAMS]; //массив линии дна, для применения функции
исключения донного сигнала к одиночным целям
static multybeams_test_t multybeams_test;
void save_errors_info(const char* filename, multybeams_test_t* err)
{
    int _min = 0;
    int _max = 0;
    FILE* f;
    f = fopen(filename, "a");
    fprintf(f, " ");
}

```

```

fprintf(f, "%d\t", err->prev_Vbeam);
fprintf(f, "%d\t", err->prev_Index);
fprintf(f, "%f\t", err->prev_Porog);
fprintf(f, "%d\t", err->prev_Stobe);
_min = err->prev_Index - err->prev_Stobe / 2;
_max = err->prev_Index + err->prev_Stobe / 2;
fprintf(f, "%d\t", _min);
fprintf(f, "%d\n", _max);
fprintf(f, "%d\t", err->Vbeam);
fprintf(f, "%d\t", err->Sample);
fprintf(f, "%f\n", err->Value);
for (int j = 0; j < 5; j++)
{
    fprintf(f, " %d\t", err->multybeams5[j].Sample);
    fprintf(f, " %f\t", err->multybeams5[j].Value);
    if ((j == 2) && (err->Sample > 0) && (err->Sample != err-
>multybeams5[j].Sample))
        fprintf(f, "%d ", err->Sample - err->multybeams5[j].Sample);
    fprintf(f, "\n");
}
fprintf(f, "*****\n");
fclose(f);
}

void save_errors_top_info(const char* filename, multybeams_test_t* err )
{
    FILE* f;
    f = fopen(filename, "w");
    fprintf(f, " ");
    fprintf(f, "prev_Vbeam\t ");
    fprintf(f, "prev_Sample\t ");

```



```

fprintf(f, "prev_Porog\t ");
fprintf(f, "prev_Stobe\t ");
fprintf(f, "min\t ");
fprintf(f, "max\n ");
fprintf(f, "Vbeam\t ");
fprintf(f, "curr_Sample\t ");
fprintf(f, "curr_Value\n ");
for (int j = 0; j < 5; j++)
{
    fprintf(f, " max_Sample%d\t ", -2 + j);
    fprintf(f, " max_Value\t");
    fprintf(f, "\n");
}
fprintf(f, "*****\n");
fclose(f);
}
//вычисление номера вертикального луча
//sds = calc_sds_regims(loc_max, ugol_bortovoi_kachki, &sds_options, &Nbeam,
Nfile);
static int calc_vert_beam(float ugol_bortovoi_kachki, int antenna_mode)
{
    //Надо вернуть номер вертикального луча Ntek
    int Ntek = 0;
    //Вычисляется дискретность направления луча антенны
    float beam_diskr = 90.0F / (BEAMS - 1);
    // Угол бортовой качки переводится в дискреты направления луча антенны
    float Kdiskr = ugol_bortovoi_kachki / beam_diskr;
    //Округление Kdiskr до ближайшего целого
    int K = 0;
    if (Kdiskr >= 0)

```

```

    K = int(Kdiskr + 0.5F);
else
    K = int(Kdiskr - 0.5F);
//Вычисление номера вертикального луча
switch (antenna_mode)
{
case 2:
    Ntek = K >= 0 ? 32 - K : 32;
    break;
case 1:
    Ntek = 16 - K;
    break;
case 0:
    Ntek = K >= 0 ? 0 : -K;
    break;
default:
    return -1;
}
return Ntek;
}
//вычисление номера отсчёта, соответствующего дну для текущего режима
SDS (A, B, C или D)
static int calc_SDS_index(int vert_beam,
    LocalMax_t* LocalMax,
    int min_s,
    int max_s,
    sds_options_t* s,
    float porog,
    float* ampl)
{

```

```

//предварительно проверка на существование элемента массива с номером
vert_beam
int local_max_count = LocalMax[vert_beam].Num;
float main_max = 0;
int main_sample = 0;
int local_sample = 0;
//float sds_porog_start = Db20ToValue(s->Porog_start);
// проверка флага признака работы алгоритма
if (!s->IsWork)
{
    *ampl = main_max; // обнуление значения максимальной амплитуды
    return -1; // выход при выключенном режиме работы алгоритма
}
if(local_max_count == 0)
{
    main_sample = -1;
    // *porog = sds_porog_start;
    return main_sample;
}
for (int i = 0; i < local_max_count; i++)
{
    local_sample = LocalMax[vert_beam].LMax[i].Sample;
    if (local_sample > max_s)
        break;
    if (local_sample >= min_s)
    {
        if (LocalMax[vert_beam].LMax[i].Value > main_max)
        {
            main_max = LocalMax[vert_beam].LMax[i].Value;
            main_sample = local_sample;
        }
    }
}

```

```

        }
    }
}
*ampl = main_max;
// if (main_max > *porog)
// {
//     *porog = main_max * s->Kporog;
//     if (*porog < sds_porog_start)
//         *porog = sds_porog_start;
// }
// else
// {
//     main_sample = -1;
//     *porog = sds_porog_start;
// }
if (main_max < porog)
    main_sample = -1;
return main_sample;
}
//вычисление номера отсчёта, соответствующего дну для текущего режима
//SDS (A, B, C или D)
static int calc_SDS_index20(int vert_beam,
    LocalMax_t* LocalMax,
    int min_s,
    int max_s,
    sds_options_t* s,
    float porog,
    float* ampl)
{
    //предварительно проверка на существование элемента массива с номером

```

```

vert_beam
float main_max = 0;          // текущий максимум
int main_sample = 0;        // номер отсчёта, соответствующий текущему
максимуму.
float local_ampl = 0;       // амплитуда для текущего отсчёта
float true_max = 0;         // значение амплитуды, настроенное на
передний фронт эхосигнала
float R_I = 0;              // значение глубины для текущего отсчёта
//Определение максимального номера отсчёта для выбранного значения
дистанции.
int sample_max_count = 2 * s->R / (s->DeltaT * s->Ch2o); // расчёт
максимального лимита индекса (конец диапазона дальности)
// уточняем максимальный номер отсчёта max_s (не должен превышать
sample_max_count)
if (max_s > sample_max_count)
    max_s = sample_max_count;
for (int i = min_s; i < max_s; i++)
{
    if(main_max < amplitude_after_VARU_20lgR[i*BEAMS + vert_beam])
    {
        main_max = amplitude_after_VARU_20lgR[i*BEAMS +
vert_beam];
        main_sample = i;
    }
}
// Находим отсчёт истинной глубины
for (int k = main_sample; k > min_s; k--)
{
    local_ampl = amplitude_after_VARU_20lgR[k*BEAMS +
vert_beam];

```

```

R_I = (k * s->DeltaT * s->Ch2o) / 2;
    true_max = Db20ToValue(s->DeltaA) * powf(10, 0.0001F * s->Beta
* R_I) * R_I;
    if ((local_ampl) <= true_max / s->K_Calib)
    {
        main_sample = k;
        main_max = local_ampl;
        break;
    }
}
//
*ampl = main_max;
if (main_max < porog)
    main_sample = -1;
return main_sample;
}
/*
int calc_multybeams_SDS(LocalMax_t* loc_max,
    sds_options_t* s,
    int new_sds_index,
    int* Nbeam,
    float* sds_porog,
    float ugol_bortovoi_kachki,
    multybeams_t* multybeams)
*/
static void calc_multybeams_SDS(LocalMax_t* loc_max,
    sds_options_t* s,
    int new_sds_index,
    int Nbeam,
    float sds_porog,

```

```

float ugol_bortovoi_kachki,
multybeams_t* multybeams)
{
//промежуточные переменные для каждого цикла
int min_index = 0; //минимальный индекс для отсчёта донного сигнала
int max_index = 0; //максимальный ...
int min_index_limit = 2 * s->TauImp / s->DeltaT; //минимальный отсчёт,
обусловленный величиной длительности зандирующего импульса.
//SecondEdition - изменения по второму ТЗ
float min_index_limit_i = 0; //минимальный индекс отсчёта с учётом
наклона луча i
float max_index_limit_i = 0; //максимальный индекс отсчёта с учётом
наклона луча i
if(min_index_limit < (2 * s->StartDist / (s->DeltaT * s->Ch2o)))
min_index_limit = 2 * s->StartDist / (s->DeltaT * s->Ch2o);
float a_N = 0; // угол наклона луча по отношению к вертикальному.
//
int max_index_limit = 2 * s->StopDist / (s->DeltaT * s->Ch2o);
//межлучевая селекция
//multybeams_t multybeams_t[BEAMS];
//int multybeams_index = 0; // индекс дна
//float multybeams_ampl = 0; // max амплитуды
int multybeams_cont = 0; // количество повторений ненахождения дна
//переменные для промежуточных вычислений
float multybeams_angle = 0;
double multybeams_cos1 = 0;
double multybeams_cos2 = 0;
double multybeams_cos_delta = 0;
double multybeams_strobT = 0;
int multybeams_strobT_int = 0;

```

```

float multybeam_ampl = 0; //амплитуда, соответствующая отсчёту дна
//переменные для последнего луча с положительным отсчётом дна
float sds_porog_save = 0;
int new_sds_index_save = 0;
//float ampl_vert_save = (sds_porog) / s->Kporog ;
// межлучевая селекция start
float beam_diskr = 90.0F / (BEAMS - 1);
int i = 0; //индекс в multybeams
// две переменные для объединения циклов от Nbeam до 0 и от Nbeam до
BEAMS-1
int End = 0;
int N = 0;
if (Nbeam == 0)
{
    End = -BEAMS + 1 + Nbeam;
    N = Nbeam;
}
for (int j = Nbeam - 1; j >= End; j--)
{
    i = fabsf(j - N);
    //printf("j = %d i = %d\n", j, i);
    multybeams_angle = ((float(Nbeam) - (j + N)) * beam_diskr) +
ugol_bortovoi_kachki;
    //multybeams[i].multybeams_angle = multybeams_angle;
    if (multybeams_angle >= (s->Max_angle/2))//s->Max_angle - полный угол
разворота
        j = End; //переход ко второму полуциклу
    multybeams_cos1 = cosf(GradToRadian(multybeams_angle + s->Teta07 /
2));
    if (multybeams_angle >= s->Teta07 / 2)

```



```

    multybeams_cos2 = cosf(GradToRadian(multybeams_angle - s->Teta07 /
2));
else
    multybeams_cos2 = 1;

multybeams_cos_delta = 1 / multybeams_cos1 - 1 / multybeams_cos2;
if (multybeams_cos_delta < 0)
    multybeams_cos_delta = -multybeams_cos_delta;
// пересчитать min и max
multybeams_strobT = 2 * s->Strob_multy * (s->TauImp + (2 * s->DeltaH /
s->Ch2o) +
                                (float(s->R) / s->Ch2o) * multybeams_cos_delta) /
s->DeltaT;
multybeams_strobT_int = int(multybeams_strobT + 0.5F);
if ((multybeams_strobT_int % 2) == 1 )
    multybeams_strobT_int++;
//printf("i =%d\t multybeams_angle=%f multybeams_strobT_int=%d\n", i,
multybeams_angle, multybeams_strobT_int);
max_index = new_sds_index + multybeams_strobT_int / 2;
if (max_index > max_index_limit)
    max_index = max_index_limit;
min_index = new_sds_index - multybeams_strobT_int / 2;
if (min_index < min_index_limit)
    min_index = min_index_limit;
sds_porog_save = sds_porog;
new_sds_index_save = new_sds_index;
//SecondEdition: добавлен max_index_i, рассчитываемый для
каждого луча
// Вычисление порога амплитуды для обработки следующего луча
switch (s->antenna_mode)

```

```

{
case 0://ПГБО
    if(multybeams[i+1].Value > 0)
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *
(i + 1)))
        * multybeams[i+1].Value;
    else
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *
(i + 1)))
        * sds_porog_save;
    a_N = 2.8 * i;
    break;
case 1://ЭХОЛОТ
    if(multybeams[i+1].Value > 0)
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *
(fabsf(16 - i) + 1)))
        * multybeams[i+1].Value;
    else
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *
(fabsf(16 - i) + 1)))
        * sds_porog_save;
    a_N = -44.8 + 2.8 * i;
    break;
case 2://ЛГБО
    if(multybeams[i+1].Value > 0)
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *
(fabsf(32 - i) + 1)))
        * multybeams[i+1].Value;
    else
        sds_porog = (s->Kporog1 + s->Kporog2 / (s->Kporog3 *

```

```

(fabsf(32 - i) + 1)))
        * sds_porog_save;
        a_N = -89.6 + 2.8 * i;
    break;
}

    min_index_limit_i = min_index_limit / cosf(GradToRadian(a_N +
ugol_bortovoi_kachki));
    max_index_limit_i = max_index_limit / cosf(GradToRadian(a_N +
ugol_bortovoi_kachki));
    if(max_index > (int)max_index_limit_i)
        max_index = (int)max_index_limit_i;
    if(min_index < (int)min_index_limit_i)
        min_index = (int)min_index_limit_i;
    //multybeams[i].Sample = calc_SDS_index(i, loc_max, min_index_i,
max_index_i, s, sds_porog, &multybeam_ampl);
    multybeams[i].Sample = calc_SDS_index20(i, loc_max, min_index,
max_index, s, sds_porog, &multybeam_ampl);
    //
    multybeams[i].Value = multybeam_ampl;
    //multybeams[i].Stobe = multybeams_strobT_int;
    if (multybeams[i].Sample == -1)
    {
        multybeams_cont++;
        if (multybeams_cont >= s->Kpovt)
            j = End; //переход ко второму полуциклу
        // восстановление порога и отсчёта для вертикального луча
        sds_porog = sds_porog_save;
        new_sds_index = new_sds_index_save;
    }
    else

```

```

    {
        new_sds_index = multybeams[i].Sample;
    }
    // смена цикла на оставшуюся часть наклонных лучей до BEAMS
    if (j == End)
    {
        End = -BEAMS + 1 + Nbeam;
        N = Nbeam;
        multybeams_cont = 0; //обнуляется число повторов отрицательных
результатов селекции
        new_sds_index = multybeams[Nbeam].Sample; //меняется найденный
индекс дна предыдущего луча
            //SecondEdition
            //sds_porog = multybeams[Nbeam].Value * s->Kporog;
            //s->Kporog - множитель порогового значения для
найденной амплитуды дна (предыдущего излучения) теперь в дБ
            sds_porog = multybeams[Nbeam].Value * Db20ToValue(s-
>Kporog);
            //
        }
    }
}
//вычисление достоверного номера отсчёта, соответствующего дну (по циклу
всех режимов)
/*
int calc_sds_regims(LocalMax_t* loc_max,
                    float ugol_bortovoi_kachki,
                    sds_options_t* s,
                    int* Nbeam,
                    multybeams_t* multybeams)

```

```

*/
int calc_sds_regims(LocalMax_t* loc_max,
                  float ugol_bortovoi_kachki,
                  sds_options_t* s,
                  int* Nbeam)
{
    //переменные, определяющие переход между циклами
    //1 - начальный номер цикла
    static int regim_cycle = 0; //счётчик циклов для режимов А,В,С (в режиме
    С не увеличивается)
    //2 - sds_index переданный из предыдущего расчёта
    static int sds_index = 0;
    if ((sds_index == 0) && s->test_on)
        save_errors_top_info( "Test.txt", &multybeams_test);
    static int Vbeam = 0;
    //3 счётчик циклов для режима D
    //static int regim_cycle_D = 0;
    //static float sds_porog = 0;
    //printf("s->Porog_start = %f\n", s->Porog_start);
    //
    float sds_porog_start = Db20ToValue(s->Porog_start)/s->K_Calib;
    //ThirdEddition
    static float sds_porog = sds_porog_start;
    float save_sds_porog = sds_porog;
    int new_sds_index = 0; // sds index, полученный в текущем расчёте
    float multybeam_ampl = 0; // значение амплитуды, полученное в текущем
    расчёте
    int true_sds_index = -1; //отсчёт, достоверно соответствующий дну. Из
    режима С
    //Пересчёт части формулы для strobT без переменного слагаемого

```

(вертикальное смещение судна при качке)

```
//при первом обращении и при изменении хотя бы одного из параметров
static float TauImp_save = s->TauImp;
static float DeltaT_save = s->DeltaT;
static float Ch2o_save = s->Ch2o;
static int R_save = s->R;
static float StartDist_save = s->StartDist;
//массив структур для межлучевой селекции
//multybeams_t multybeams[BEAMS];
//инициализация массива отсчётов дна для межлучевой селекции
for (int i = 0; i < BEAMS; i++)
{
    multybeams[i].Sample = -1;
    multybeams[i].Value = 0;
}
// проверка флага признака работы алгоритма
if (!s->IsWork)
{
    *Nbeam = -1;
    return -1; // выход при выключенном режиме работы алгоритма
}
//double Teta07_rad = GradToRadian(s->Teta07);
double cosA = cosf(GradToRadian(s->Teta07) / 2);
static double strobT_save = 2 * (s->TauImp + (float(s->R) / s->Ch2o) * ((1 /
cosA) - 1)) / s->DeltaT;
bool options_not_changed = ( (TauImp_save == s->TauImp)
    && (DeltaT_save == s->DeltaT)
    && (Ch2o_save == s->Ch2o)
    && (R_save == s->R)
    && (StartDist_save == s->StartDist));
```

```

if(!options_not_changed)
{
    TauImp_save = s->TauImp;
    DeltaT_save = s->DeltaT;
    Ch2o_save = s->Ch2o;
    R_save = s->R;
    cosA = cosf(GradToRadian(s->Teta07) / 2);
    strobT_save = 2 * (s->TauImp + (float(s->R) / s->Ch2o) * ((1 / cosA) - 1)) / s-
>DeltaT;
    StartDist_save = s->StartDist;
}
int Ntek_g = calc_vert_beam(ugol_bortovoi_kachki, s->antenna_mode);
*Nbeam = Ntek_g;
if (Ntek_g == -1)
{
    return -1; // выход если не определён вертикальный угол
}
//промежуточные переменные для каждого цикла
int min_index = 0; //минимальный индекс для отсчёта донного сигнала
int max_index = 0; //максимальный ...
int start_index_limit = 2 * s->TauImp / s->DeltaT; // расчёт индекса конца
импульса излучения
int min_index_limit = start_index_limit; // расчёт минимального лимита
индекса (вырезается импульс излучения)
//int max_index_limit = 2 * s->R / (s->DeltaT * s->Ch2o); // расчёт
максимального лимита индекса (конец диапазона дальности)
int max_index_limit = 2 * s->StopDist / (s->DeltaT * s->Ch2o); // расчёт
максимального лимита индекса (конец диапазона дальности)
//
int start_index = 2 * s->StartDist / (s->DeltaT * s->Ch2o); // расчёт стартового

```

индекса

```
if( (start_index < max_index_limit) // проверка корректности стартового
```

индекса

```
&& (start_index > start_index_limit) )
```

```
{
```

```
min_index_limit = start_index; // если корректен, то присвоить его
```

значение минимальному лимиту индекса

```
}
```

```
// возврат sds_index только из режима C
```

```
char regims[4] = {'A', 'B', 'C', 'D'};
```

```
char regim = regims[0];
```

```
int strob_int = 0;
```

```
// Общие для циклов вычисления
```

```
double strobT;
```

```
bool regim_cycle_0 = (regim_cycle == 0);
```

```
bool regim_cycle_1_4 = ((regim_cycle > 0) && (regim_cycle < 5));
```

```
bool regim_cycle_5 = (regim_cycle == 5);
```

```
bool regim_cycle_6_7 = ((regim_cycle >= 6) && (regim_cycle <= 7));
```

```
do
```

```
{
```

```
if (regim_cycle_5)
```

```
{
```

```
regim = regims[2];
```

```
break;
```

```
}
```

```
if (regim_cycle_1_4)
```

```
{
```

```
regim = regims[1];
```

```
break;
```

```
}
```



```

if (regim_cycle_6_7)
{
    regim = regims[3];
    break;
}
if (regim_cycle_0)
{
    regim = regims[0];
    break;
}
//непредвиденная ситуация - переход в А
regim = regims[0];
break;
}
while (true);
// общие вычисления для режимов кроме А
// до выполнения расчёта sds_index определяем min_index и max_index
switch (regim)
{
case 'B':
case 'C':
    //strobT = 2 * (s->TauImp + (s->R / s->Ch2o) * ((1 / cosA) - 1) + 2 * s-
>DeltaH / s->Ch2o) / s->DeltaT;
    strobT = s->Strob_multy * (strobT_save + (4 * s->DeltaH / s->Ch2o) / s-
>DeltaT);
    strob_int = int(strobT + 0.5F);
    if ((strob_int % 2) == 1)
        strob_int++;
    max_index = sds_index + strob_int / 2;
    if (max_index > max_index_limit)

```

```

    max_index = max_index_limit;
min_index = sds_index - strob_int / 2;
if (min_index < min_index_limit)
    min_index = min_index_limit;
break;
case 'D':
    //strobT = 2 * (s->TauImp + (s->R / s->Ch2o) * ((1 / cosA) - 1) + 2 * s-
>DeltaH / s->Ch2o) / s->DeltaT;
    strobT = s->Strob_multy * (strobT_save + (4 * s->DeltaH / s->Ch2o) / s-
>DeltaT);
    strob_int = int(strobT + 0.5F);
    if ((strob_int % 2) == 1)
        strob_int++;
    if ((regim_cycle == 6) || (regim_cycle == 7))
    {
        strob_int = s->Kd * strob_int; //расширяем диапазон отсчётов поиска
дна
        //sds_porog = sds_porog / s->Kd; // и понижаем порог
        if (sds_porog < sds_porog_start)
            sds_porog = sds_porog_start;
    }
    max_index = sds_index + strob_int / 2;
    if (max_index > max_index_limit)
        max_index = max_index_limit;
    min_index = sds_index - strob_int / 2;
    if (min_index < min_index_limit)
        min_index = min_index_limit;
    break;
case 'A':
    //режим brA

```

```

    min_index = min_index_limit;
    max_index = max_index_limit; //максимальное число отсчётов исходя из
дальности R
    break;
}
if (s->test_on)
{
    //Test перед определением дна
    multybeams_test.prev_Vbeam = Vbeam;
    multybeams_test.prev_Index = sds_index;
    multybeams_test.prev_Stobe = strob_int;
    multybeams_test.prev_Porog = sds_porog;
    // end Test
}
// расчёт
//printf("Nbeam = %d sds_porog = %f regim = %c \n", *Nbeam, sds_porog,
regim);
    ///new_sds_index = calc_SDS_index(Ntek_g, loc_max, min_index, max_index,
s, sds_porog, &multybeam_ampl);
    new_sds_index = calc_SDS_index20(Ntek_g, loc_max, min_index, max_index,
s, sds_porog, &multybeam_ampl);
    multybeams[Ntek_g].Sample = new_sds_index; //SecondEdition
    multybeams[Ntek_g].Value = multybeam_ampl;
    //SecondEdition
    //sds_porog = multybeam_ampl * s->Kporog;
    //s->Kporog - множитель порогового значения для найденной
амплитуды дна (предыдущего излучения) теперь в дБ
    //sds_porog = multybeam_ampl * Db20ToValue(s->Kporog);
    sds_porog = multybeams[Ntek_g].Value * Db20ToValue(s->Kporog);
    //

```

```

if (sds_porog < sds_porog_start)
    sds_porog = sds_porog_start;
//if (new_sds_index == -1)
if (multybeams[Ntek_g].Sample == -1)
    sds_porog = sds_porog_start;
    //
    //
//multybeams[Ntek_g].Sample = new_sds_index;
//multybeams[Ntek_g].Value = multybeam_ampl;
if (s->test_on)
{
    //Тест после определения дна
    multybeams_test.Sample = new_sds_index;
    multybeams_test.Value = multybeam_ampl;
    multybeams_test.Vbeam = Ntek_g;
    for (int k = 0; k < 5; k++)
    {
        while ((Ntek_g - 2 + k) < 0)
            k++;
        ///multybeams_test.multybeams5[k].Sample = calc_SDS_index(Ntek_g - 2
+ k,
        multybeams_test.multybeams5[k].Sample = calc_SDS_index20(Ntek_g -
2 + k,
                                loc_max, min_index_limit,
                                max_index_limit,
                                s,
                                sds_porog_start,
                                &multybeam_ampl);
        multybeams_test.multybeams5[k].Value = multybeam_ampl;
    }
}

```

```

    //end Test
}
//printf("new_sds_index = %d sds_porog=%a \n", new_sds_index, sds_porog);
// при отрицательном результате Ntek_g остаётся номером вертикального
луча
bool false_SDS = (new_sds_index < 0);
if (!false_SDS)
    sds_index = new_sds_index; //меняем найденный отсчёт
Vbeam = Ntek_g;
// после расчёта
switch(regim)
{
case 'C':
    if (false_SDS)
    {
        regim_cycle++; //переход D
        sds_porog = save_sds_porog; //сохраняем найденный ранее
положительный порог
        //для использования в режиме D
        if (s->test_on)
            save_errors_info("Test.txt", &multybeams_test);
    }
    else
    {
        //здесь должен быть вызов межлучевой селекции
        //new_sds_index = calc_multybeams_SDS(loc_max, s, new_sds_index,
&Ntek_g, &sds_porog, ugol_bortovoi_kachki, multybeams);
        calc_multybeams_SDS(loc_max, s, new_sds_index, Ntek_g, sds_porog,
ugol_bortovoi_kachki, multybeams);
        true_sds_index = new_sds_index; //остаёмся в C и возвращаем порог

```

```

    }
    break;
case 'D':
    if (false_SDS)
    {
        regim_cycle = 0; //переход А
    }
    else
    {
        true_sds_index = new_sds_index;
        regim_cycle++; //переход D (regim_cycle++ == 7) или С
        if (regim_cycle > 7)
            regim_cycle = 5; //переход С
    }
    break;
case 'B':
    if (false_SDS)
        regim_cycle = 0; //переход А
    else
        regim_cycle++; //переход В или С (regim_cycle++ == 5)
    break;
case 'A':
    if (false_SDS)
        regim_cycle = 0; //остаётся в А
    else
        regim_cycle++; //переход В
    break;
}
//printf("sds_index = %d (%d) true_sds_index = %d \t sds_porog = %f \t regim
= %c \t min=%d, \t max=%d\n\n",

```

```

//sds_index, new_sds_index, true_sds_index, sds_porog, regim, min_index,
max_index);
//printf("regim=%c\t strob=%d\t min=%d \t max=%d\t sds_index = %d\n",
regim, strob_int, min_index, max_index, true_sds_index);
// ДОБАВИТЬ ОТСТУП ДНА В ВЫХОДНОЙ МАССИВ ЛИНИИ ДНА
int bott_margin = s->bottom_margin; // прочитайте значение отступа от дна
for (int n = 0; n < BEAMS; n++)
{
    int sample = multybeams[n].Sample;
    if (sample != -1)
    {
        sample -= bott_margin;
        if (sample < 0)
            sample = 0;
        multybeams[n].Sample = sample;
    }
}
return true_sds_index;
}

```

4. Модуль селекции одиночных целей

4.1. Расчет коэффициентов компенсации амплитуды

```

#ifndef AMPL_COMP_COEFF_H_INCLUDED
#define AMPL_COMP_COEFF_H_INCLUDED
#include <stdint.h>
/*

```

Расчёт коэффициентов компенсации характеристики направленности

$R_{pv}(\text{beam}) = |\cos(\text{PI}/4 - d_alpha * \text{beam})|$

где:

```

d_alpha = 90 * PI / ((BEAM - 1) * 180) = PI / (2 * (BEAM - 1))
beam - номер текущего луча 0..(BEAM-1)
BEAM - количество лучей (33)
Rpv(beam) = abs(cos(PI / 4 - PI / 2 * beam / (BEAMS - 1)));
*/
// значения коэффициентов компенсации характеристики направленности для
каждого луча
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_0 0.7071068 // луч 0
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_1 0.7409511 // луч 1
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_2 0.7730105 // луч 2
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_3 0.8032075 // луч 3
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_4 0.8314696 // луч 4
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_5 0.8577286 // луч 5
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_6 0.8819213 // луч 6
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_7 0.9039893 // луч 7
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_8 0.9238795 // луч 8
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_9 0.9415441 // луч 9
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_10 0.9569403 // луч 10
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_11 0.9700313 // луч 11
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_12 0.9807853 // луч 12
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_13 0.9891765 // луч 13
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_14 0.9951847 // луч 14
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_15 0.9987955 // луч 15
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_16 1.0000000 // луч 16
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_17 DIR_COMP_COEFF_BEAM_15 // луч 17
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_18 DIR_COMP_COEFF_BEAM_14 // луч 18
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_19 DIR_COMP_COEFF_BEAM_13 // луч 19
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_20 DIR_COMP_COEFF_BEAM_12 // луч 20
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_21 DIR_COMP_COEFF_BEAM_11 // луч 21
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_22 DIR_COMP_COEFF_BEAM_10 // луч 22

```



```

#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_23 DIR_COMP_COEFF_BEAM_9 // луч 23
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_24 DIR_COMP_COEFF_BEAM_8 // луч 24
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_25 DIR_COMP_COEFF_BEAM_7 // луч 25
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_26 DIR_COMP_COEFF_BEAM_6 // луч 26
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_27 DIR_COMP_COEFF_BEAM_5 // луч 27
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_28 DIR_COMP_COEFF_BEAM_4 // луч 28
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_29 DIR_COMP_COEFF_BEAM_3 // луч 29
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_30 DIR_COMP_COEFF_BEAM_2 // луч 30
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_31 DIR_COMP_COEFF_BEAM_1 // луч 31
#define DIR_COMP_COEFF_BEAM_32 DIR_COMP_COEFF_BEAM_0 // луч 32

// для выключения расчёта коэффициентов компенсации
// характеристики направленности закомментировать
// последующую строку
#define DIRECTION_COMPENSATION_APPLY
// расчёт коэффициента компенсации амплитуды от углов продольной и
поперечной осей антенны
float AmplCompCoeffCalc(float Alpha,
                        float Beta,
                        const float C,
                        const float Freq,
                        const int BeamNum);

// пересчёт фаз в углы по продольной и поперечной осей антенны
void PhaseToAngle(const int8_t PhaseAlpha,
                 const int8_t PhaseBeta,
                 float& Alpha,
                 float& Beta);

extern const float DirectionCompCoeff[];
#endif // AMPL_COMP_COEFF_H_INCLUDED
#include "main.h"
#include "ampl_comp_coeff.h"

```

```

// размер матрицы коэффициентов полинома
#define POLY_COEFF_MATRIX_SIZE 28
// минимальное значение переменной float в основании показательной
функции (при значении основания равного 0 )
#define FLOAT_MIN_VALUE 0.000001F
// коэффициенты компенсации характеристики направленности по каждому
лучу
const float DirectionCompCoeff[] =
{
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_0, // луч 0
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_1, // луч 1
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_2, // луч 2
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_3, // луч 3
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_4, // луч 4
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_5, // луч 5
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_6, // луч 6
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_7, // луч 7
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_8, // луч 8
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_9, // луч 9
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_10, // луч 10
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_11, // луч 11
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_12, // луч 12
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_13, // луч 13
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_14, // луч 14
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_15, // луч 15
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_16, // луч 16
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_17, // луч 17
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_18, // луч 18
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_19, // луч 19
    DIR_COMP_COEFF_BEAM_20, // луч 20

```

```

DIR_COMP_COEFF_BEAM_21, // луч 21
DIR_COMP_COEFF_BEAM_22, // луч 22
DIR_COMP_COEFF_BEAM_23, // луч 23
DIR_COMP_COEFF_BEAM_24, // луч 24
DIR_COMP_COEFF_BEAM_25, // луч 25
DIR_COMP_COEFF_BEAM_26, // луч 26
DIR_COMP_COEFF_BEAM_27, // луч 27
DIR_COMP_COEFF_BEAM_28, // луч 28
DIR_COMP_COEFF_BEAM_29, // луч 29
DIR_COMP_COEFF_BEAM_30, // луч 30
DIR_COMP_COEFF_BEAM_31, // луч 31
DIR_COMP_COEFF_BEAM_32 // луч 32
};
// матрица показателей степени полинома
static const uint8_t PolySt[2][POLY_COEFF_MATRIX_SIZE] =
{
    {1, 0, 0, 0, 1, 2, 0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, 4, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6},
    {5, 6, 5, 4, 4, 4, 3, 3, 3, 3, 2, 2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}
};
// матрица коэффициентов полинома для каждого луча
static const float PolyCoeff[][POLY_COEFF_MATRIX_SIZE] = //
BEAMS_MAX
{
    // луч 0
    {
        2623.2616, 2028.7911, 585.63972, 1052.7303, 363.04057, -65609.08, -
4.838896, 21.95443,
        -641.5436, -6453.182, -56.98185, -18.12509, 6118.4126, 834.24274, -
159969.5, 0.1255258,
        -2.08479, -3.806296, 446.05066, -85.46012, -18488.38, 0.699741,

```

0.1217019, -110.9873,
-11.70816, 5982.6701, 309.56936, -109648.8
},
// луч 1
{
-10838.87, -2610.405, -990.2014, 1153.457, -301.1677, -45367.01,
33.231189, 158.38221,
-2871.805, 9453.9455, -59.36444, -2.94829, 6188.3059, 145.36033, -
168800.1, -0.093587,
-0.01072, 7.414657, -96.69889, 837.81191, -2761.575, 0.7326701,
0.1248352, -116.6433,
-13.75562, 6346.0411, 640.04148, -119567.6
},
// луч 2
{
6727.7084, -12146.04, -144.488, 1524.7546, -494.7953, -69273.55,
7.0369978, -200.2349,
-634.1908, 9317.3276, -64.76122, 9.8134663, 6886.6892, -298.5812, -
190126.4, 0.0921333,
0.9521947, -12.57869, -81.67809, 590.38854, 813.71239, 0.7677164,
0.0629018, -121.3394,
-13.39658, 6493.9036, 631.39663, -116634.6
},
// луч 3
{
3158.6634, 388.75904, -855.3639, 1270.928, 219.32611, -64601.48,
21.987198, -138.5642,
-1217.95, 13823.415, -65.30604, -9.821407, 6956.0202, 194.17121, -
189379.3, 0.0487433,
0.6719557, -7.28894, -114.777, 321.00486, 2639.2405, 0.7951099,

0.1424273, -126.934,
 -16.93002, 6957.7735, 541.65877, -130814.9
 },
 // луч 4
 {
 535.56227, -10390.7, -607.4096, 1530.3866, 102.00087, -68498.83,
 21.838277, 3.8357946,
 -1510.545, -1834.13, -68.46936, -5.940458, 7263.8767, 386.10764, -
 200226.2, -0.034178,
 -0.334089, 7.2823584, 79.224353, -280.4106, -3195.112, 0.8244191,
 0.0786058, -130.4285,
 -8.889826, 6982.7886, 210.99497, -125714.0
 },
 // луч 5
 {
 -2694.345, -628.6599, -1091.753, 1399.1501, -301.8956, -74816.48,
 19.268466, -5.744839,
 -764.5088, 7186.2756, -69.70927, -4.392048, 7522.7221, 391.0594, -
 209007.5, 0.0476397,
 1.1521738, -0.507595, -270.3321, -131.5919, 11425.787, 0.8501473,
 0.1528304, -136.5336,
 -23.05632, 7582.7337, 949.45039, -144901.9
 },
 // луч 6
 {
 14679.72, 11359.294, -1085.453, 1129.1956, -237.3752, -76230.68,
 25.66627, -362.796,
 -1088.551, 10801.883, -70.52151, 0.3127581, 8015.0438, -432.211, -
 228699.9, -0.094323,
 2.6335208, 12.996792, -387.5386, -356.1081, 15240.138, 0.873664,

0.1027097, -140.1301,
-10.86451, 7680.6681, 426.65976, -142852.4
},
// луч 7
{
1121.8393, -14774.4, -130.3879, 1811.1199, -42.26067, -90217.36,
9.7807617, 1.4445389,
-718.5737, -5646.437, -75.97767, -7.983965, 8235.3245, 552.47476, -
228085.7, 0.008988,
-0.541761, 7.8043232, 270.76152, -415.7188, -12062.18, 0.8989656,
0.140631, -143.9875,
-18.06889, 7858.8104, 580.22258, -145196.0
},
// луч 8
{
6512.982, -7378.288, -942.8653, 1594.2288, -833.4957, -75387.95,
18.752397, -216.4373,
-701.4903, 6949.5598, -75.09404, 3.7979143, 7989.6883, 40.730627, -
217159.7, 0.0447491,
0.286802, -14.03067, 169.32635, 732.81837, -10941.97, 0.9103386,
0.1272923, -144.5612,
-13.36684, 7781.8803, 346.01574, -141150.5
},
// луч 9
{
-19262.14, 5042.9317, -20.4214, 1337.3356, 351.02893, -81971.9, -
4.499588, 451.55011,
121.47115, -7782.762, -75.19135, -1.602797, 8319.6229, -163.6913, -
232098.0, 0.1752791,
-2.103811, -26.22844, 111.31815, 1086.8219, -3323.159, 0.9284358,

0.1588227, -146.3623,
-25.47723, 7711.3484, 984.70007, -133757.1
},
// луч 10
{
206.28375, 1816.0422, 339.79058, 1479.2861, 803.19073, -84486.54,
1.1265386, 71.348182,
-944.5164, -6220.57, -77.3458, -19.34243, 8422.0671, 665.00868, -
232313.0, 0.004417,
-0.662722, 0.2097157, -66.51133, 387.07628, 8052.8231, 0.9469054,
0.1259475, -151.6534,
-11.16621, 8319.8822, 239.34923, -155900.5
},
// луч 11
{
2042.2892, -225.6151, -1005.613, 1573.711, 17.789633, -98881.51,
18.307686, -0.044253,
-233.6929, -4582.952, -78.88845, -12.39855, 8779.6984, 1440.9284, -
239840.0, -0.000937,
0.946034, -2.461624, -290.2947, 59.453945, 17423.766, 0.9585879,
0.227966, -152.7667,
-39.78043, 8243.424, 1528.755, -151093.1
},
// луч 12
{
-12339.19, 4028.3111, -826.7713, 1364.7156, 264.49976, -71000.13,
13.743474, 217.73166,
-497.7297, -3104.976, -77.06931, -22.30103, 8223.7984, 1526.4047, -
226989.9, 0.0353084,
-0.266074, -2.144281, -107.1461, -131.15, 7454.4892, 0.9629049,

0.2408102, -152.8836,
-31.31155, 8375.7675, 1027.038, -158455.5
},
// луч 13
{
5239.1643, -1654.727, 520.95633, 1588.6849, 299.13795, -87294.62, -
9.564216, -288.383,
-389.2071, 20221.769, -80.43572, -4.345569, 8870.2307, 172.75038, -
253374.5, 0.0135445,
3.1335104, 0.9583187, -428.6513, 539.65404, 11158.721, 0.9820038,
0.1988058, -158.0747,
-27.57545, 8763.3863, 885.54131, -165396.7
},
// луч 14
{
4540.0718, -3703.157, -962.5922, 1662.4408, 787.91684, -96299.19,
18.572852, -186.1813,
47.752884, 8952.1214, -81.24486, -10.15778, 8997.6518, 73.4328, -
250714.3, -0.057098,
1.0914007, -7.259814, -20.16937, 472.88831, -2002.653, 0.9859163,
0.1549604, -157.8905,
-17.7464, 8565.4976, 549.04001, -156784.3
},
// луч 15
{
-5834.071, -10250.12, 232.78749, 1827.4424, 631.98239, -90608.82, -
6.867711, 150.74152,
91.665552, -638.242, -82.14102, -9.285045, 8868.8216, -258.0304, -
247268.0, 0.0697618,
0.631618, -15.2528, -353.3466, 817.81341, 18330.071, 0.9859484,

0.0955772, -155.1965,
-4.870392, 8202.3771, 109.78358, -144177.0
},
// луч 16
{
-16535.06, -8042.632, -308.7835, 1760.1888, 130.86588, -88990.26,
2.3919528, 256.79077,
211.84412, -441.9318, -82.03278, -10.58967, 8854.3935, 784.33647, -
243676.2, 0.0545731,
-1.17839, -5.846335, 101.35943, 139.92262, -2838.231, 0.9912105,
0.1757221, -158.2066,
-22.19483, 8653.4312, 699.96006, -161338.1
},
// луч 17
{
-15711.79, -6671.709, -98.58208, 1709.5389, 576.50025, -89891.46,
8.4739198, 144.32223,
-1231.941, 9078.7737, -81.11128, -28.95701, 8809.1503, 2043.0469, -
243134.8, -0.130041,
-0.570993, 24.437422, 56.215127, -623.0866, -4802.31, 0.9852144,
0.1969434, -157.231,
-23.10626, 8598.0769, 606.56365, -160154.8
},
// луч 18
{
974.75711, -5998.684, -211.8209, 1704.637, -117.2746, -90537.25,
4.9786147, 25.078913,
-393.8757, -1120.807, -81.47341, -4.793739, 8860.3292, 175.12222, -
245729.2, -0.066178,
0.1671932, 13.206064, -90.68899, -673.8461, 4481.7502, 0.9870289,

0.1454779, -157.8901,
-17.91598, 8694.2187, 605.2765, -164803.3
},
// луч 19
{
11057.993, -804.6091, 213.18538, 1633.9551, -167.4715, -95464.75, -
9.841399, -418.954,
327.12659, 23010.899, -81.06406, -8.65385, 8998.7849, 909.56275, -
252314.6, 0.0387228,
3.3047511, 1.6641654, -406.9719, -153.1012, 10675.833, 0.9801599,
0.1921676, -156.628,
-27.35951, 8534.9943, 911.42309, -158293.3
},
// луч 20
{
2511.4647, 3729.8512, 499.04876, 1478.3331, 433.98263, -84521.41, -
16.89272, -190.9201,
1381.6384, 14406.104, -79.19821, -14.57754, 8567.6715, 839.37701, -
232621.2, 0.048025,
1.5556938, 8.5613272, -139.7758, -1370.214, -689.1081, 0.9765592,
0.1305917, -155.2915,
-11.0923, 8428.5634, 61.307553, -157357.3
},
// луч 21
{
1135.4246, -2595.15, 98.7028, 1605.5144, 663.57201, -93925.4,
0.0044017, -77.51929,
166.81769, 3839.7574, -80.27188, -18.34848, 9088.8557, 367.99488, -
263209.0, -0.113007,
0.7131036, -2.708778, -134.8273, 815.43816, 5024.4065, 0.977504,

0.1398453, -157.1957,
-7.437436, 8638.3898, -45.37231, -161922.5
},
// луч 22
{
-3541.559, -7441.835, 446.97102, 1763.4025, -558.8603, -93389.32, -
6.91087, -28.52896,
322.01725, 7508.0071, -81.71956, -7.557774, 9132.3328, 1513.6075, -
267273.6, -0.102507,
-0.01794, 21.795431, 84.24782, -1438.33, -6081.399, 0.9811429,
0.1496785, -156.5349,
-18.92135, 8399.8228, 466.76522, -148583.6
},
// луч 23
{
3103.2594, -11233.32, -98.00991, 1841.0192, -1057.838, -87225.17,
5.843934, -54.33338,
-1253.672, 9575.9675, -81.71503, 4.3015334, 8677.9369, 516.0305, -
240468.8, -0.166864,
-0.36524, 31.311421, -36.70897, -521.6694, -3449.046, 0.9805086,
0.0947984, -156.266,
-2.32972, 8456.9323, -236.0437, -154374.3
},
// луч 24
{
6885.8673, 3224.0599, 269.62022, 1446.3014, 206.41902, -79810.58,
4.68136, -244.2643,
233.58711, 13136.056, -78.94379, -2.294463, 8639.0482, -184.6651, -
241264.7, -0.31809,
1.7265229, 37.544366, -208.7019, -1408.959, 5890.2217, 0.9749145,

0.0569463, -155.0018,
2.0106012, 8420.6707, -318.7216, -156087.9
},
// луч 25
{
14124.288, -6189.033, -159.2605, 1699.961, 1599.7424, -88236.34,
14.464806, -238.4685,
-189.7021, -5793.858, -80.99292, -23.50731, 8797.5417, 43.810466, -
240614.2, -0.343293,
0.3109469, 36.644397, 152.13183, -1516.509, -4043.17, 0.9798909,
0.160648, -155.8698,
-11.95253, 8383.2481, 115.17127, -151236.3
},
// луч 26
{
10963.488, -11730.66, -117.5802, 1781.0007, 171.45955, -83445.38,
14.777692, -297.1791,
-2406.156, 13298.09, -80.93277, -6.196775, 8669.2991, 150.50319, -
237302.7, -0.355095,
1.0663469, 45.959146, 2.9614625, -851.5065, -5792.576, 0.9793064,
0.1415309, -156.3378,
-12.57347, 8535.6333, 211.6973, -158605.6
},
// луч 27
{
-7203.118, 3327.1598, 1012.8598, 1213.4122, 376.12184, -60004.28, -
26.74846, 157.26735,
2201.919, -1634.091, -68.07562, -3.388228, 7171.4874, -55.38898, -
193085.5, -0.017764,
-0.912652, 4.3065117, 34.002189, -785.5927, 1464.7162, 0.8469143,

0.0362323, -133.6072,
 -0.039286, 7189.6478, -72.49192, -132095.5
 },
 // луч 28
 {
 4272.1795, -1055.687, 1033.8686, 1426.3035, -401.176, -84088.69, -
 22.85745, -132.621,
 502.57069, 3422.4789, -69.1395, 6.5884988, 7587.5078, -164.2794, -
 209063.8, -0.004311,
 1.8966114, -10.69143, -395.0351, 868.40991, 18873.638, 0.8281329,
 0.0482351, -131.9598,
 -8.603211, 7204.694, 390.24142, -134577.5
 },
 // луч 29
 {
 -5280.811, 3495.0048, 313.76102, 1169.659, -405.0294, -67533.31, -
 15.55228, 99.145293,
 1536.7976, -4299.287, -64.49371, 3.6607666, 7064.9079, -73.9556, -
 196333.9, 0.0102263,
 -0.603515, -5.280302, 142.66778, -122.1102, -7163.858, 0.7957201,
 0.0576929, -127.4755,
 -7.201933, 6994.8286, 165.62614, -131356.9
 },
 // луч 30
 {
 238.77375, -736.6302, 977.35642, 1272.9485, 618.06662, -69670.67, -
 19.32115, -126.7823,
 613.98429, 13338.727, -64.71313, -21.08805, 6973.5471, 1125.9202, -
 190169.7, -0.115928,
 0.5503533, 18.301894, -13.96777, -704.3505, -4795.725, 0.7903353,

```

0.1408274, -124.0375,
  -8.788295, 6532.8392, -39.03569, -114513.3
},
// луч 31
{
  -1748.232, -6550.932, 233.4093, 1302.702, 30.009305, -69095.9, -
11.90746, -40.32163,
  1240.391, 3618.8434, -60.67787, -4.767472, 6530.5003, -194.8793, -
173564.5, -0.044238,
  0.7869794, 1.6775558, -129.6801, -239.3453, 5114.4653, 0.733399,
0.079702, -116.5514,
  -5.551641, 6305.4602, 96.660279, -115978.0
},
// луч 32
{
  -4274.319, 2715.914, 1128.4958, 1020.9316, -321.3123, -50221.51, -
25.63622, 130.36818,
  1323.9687, -6636.766, -56.67953, -4.142302, 6093.2283, 357.58768, -
169409.3, -0.076696,
  -0.615989, 16.4588, -22.92212, -867.4014, 3326.6738, 0.7019893,
0.1631073, -111.7597,
  -18.25868, 6051.5445, 536.78136, -110595.9
}
};
/** \brief Функция расчёта коэффициента компенсации амплитуды от
*      углов продольной и поперечной осей антенны
*
* \param Alpha - угол продольной оси антенны в градусах
* \param Beta - угол поперечной оси антенны в градусах
* \param C - скорость звука в воде в м/с

```

```

* \param Freq - рабочая частота в Гц
* \param BeamNum - номер луча для которого производится расчёт
* \return значение коэффициента компенсации амплитуды
*
*/

```

```

float AmplCompCoeffCalc(float Alpha,
                        float Beta,
                        const float C,
                        const float Freq,
                        const int BeamNum)
{
    float k;
    // пересчитать углы из градусов в радианы
    Alpha *= M_PI / 180;
    Beta *= M_PI / 180;
    // проверить область расчёта
    k = (Alpha * Alpha) + (Beta * Beta);
    //if (k > asinf(C / (Freq * AntennaSizeCalc(ANTENNA_TWO_THETA, Freq,
C))))
    if (k > asinf(ANTENNA_TWO_THETA / 50.5F))
        return 0; // выход из области расчёта
    // при нулевых значениях основания показательная функция не определена
    if (Alpha == 0)
        Alpha = FLOAT_MIN_VALUE; // задать минимальное значение
    if (Beta == 0)
        Beta = FLOAT_MIN_VALUE; // задать минимальное значение
    // расчёт значения полинома
    k = 0;
    for (int i=0; i < POLY_COEFF_MATRIX_SIZE; i++)
    {

```

```

    k += PolyCoeff[BeamNum][i] * powf(Alpha, PolySt[0][i]) * powf(Beta,
PolySt[1][i]);
}
#ifdef DIRECTION_COMPENSATION_APPLY
    // рассчитать коэффициент компенсации характеристики направленности
    // float r_coeff = fabsf(cosf(M_PI_4 - M_PI_2 * BeamNum / (BEAMS_MAX -
1)));
    // умножить на коэффициент компенсации характеристики направленности
    // k *= r_coeff;
    k *= DirectionCompCoeff[BeamNum];
#endif
    // проверить область расчёта
    if (k < 0)
        return 0; // выход из области расчёта
    return k;
}

```

4.2. Расчет механических углов

```

/** \brief Функция пересчёта фаз в углы по продольной
*      и поперечной осям антенны
*
* \param PhaseAlpha - значение фазы (продольная)
* \param PhaseBeta - значение фазы (поперечная)
* \param Alpha - ссылка куда будет выведен угол
*                по продольной оси в градусах
* \param Beta - ссылка куда будет выведен угол
*              по поперечной оси в градусах
*
*/
void PhaseToAngle(const int8_t PhaseAlpha,
                  const int8_t PhaseBeta,

```



```

        float& Alpha,
        float& Beta)
{
    // рассчитать угловую чувствительность
    float temp = 180 / (128 * AngleSenseCalc(ANTENNA_TWO_THETA)) ;
    // рассчитать углы
    Alpha = PhaseAlpha * temp; // продольный угол (нос-корма)
    Beta = PhaseBeta * temp; // поперечный угол (левый борт - правый борт)
}

```

4.3. Селекция одиночных целей

```

#ifndef SINGLE_TARGET_SELECT_H_INCLUDED
#define SINGLE_TARGET_SELECT_H_INCLUDED
#include <stdint.h>
#include "local_max.h"
// максимальное количество одиночных целей для одного луча
#define SINGLE_TARGET_MAX_LIMIT 1000
/** \brief Структура, описывающая параметры
 *     одиночной цели
 *
 */
struct SingleTarget_t
{
    int Sample; // номер отсчёта локального максимума
    float Distance, // дистанция до одиночной цели (м)
        Ts, // сила цели (дБ)
        Alpha, // угол (электрический) по продольной оси в отсчёте
локального максимума
        Beta; // угол (электрический) по поперечной оси в отсчёте локального
максимума
};

```

```

/** \brief Структура, описывающая массив
 *     одиночных целей для одного луча
 *
 */
struct SingleTargetSelect_t
{
    int Num;    // количество одиночных целей
    SingleTarget_t SingleTarget[SINGLE_TARGET_MAX_LIMIT]; // массив
структур параметров одиночных целей
};

/** \brief Структура, описывающая входные параметры
 *     для функции селекции одиночных целей
 *
 */
struct SingleTargetSelectParam_t
{
    float C,    // скорость распространения звука в воде (м/с)
    Freq,    // рабочая частота в Гц (200000 Гц / 300000 Гц)
    PulseLength, // длительность импульса излучения в сек.
    Distance; // дистанция в м
    int NumBeams; // количество лучей
    float NormPulseLengthMin, // минимальное значение нормированной
длительности импульса
// (нормировка относительно числа отсчётов в зондирующем
импульсе: 0.01 .. 10, шаг 0.01)
    NormPulseLengthMax, // максимальное значение нормированной
длительности импульса
// (нормировка относительно числа отсчётов в зондирующем
импульсе: 0.01 .. 10, шаг 0.01)
    PulseLengthLevel, // уровень определения длительности импульса, дБ

```

(-0.5 .. -24.0, шаг -0.5)

AngleDeviMaxStdAlpha, // максимальное значение стандартной
девиации разности углов по продольной оси, град

// (0.1 .. 45, шаг 0.1)

AngleDeviMaxStdBeta, // максимальное значение стандартной девиации
разности углов по поперечной оси, град

// (0.1 .. 45, шаг 0.1)

TS_CompensatMax; // максимальное значение компенсации силы
цели, дБ (0.1 .. 35, шаг 0.1)

};

// расчёт селекции одиночных целей

```
bool SingleTargetSelection(const float Ampl[][BEAMS],
    const int8_t PhaseAlpha[][BEAMS],
    const int8_t PhaseBeta[][BEAMS],
    const LocalMax_t* LocalMax,
    const float* VaruCoeff,
    const SingleTargetSelectParam_t& Params,
    float StsAmpl[][BEAMS],
    float StsAmpl_dB20[][BEAMS],
    SingleTargetSelect_t* Sts);
```

// расчёт селекции одиночных целей перегруженная для работы с
одномерными массивами

```
bool SingleTargetSelection(const float* Ampl,
    const int8_t* PhaseAlpha,
    const int8_t* PhaseBeta,
    const LocalMax_t* LocalMax,
    const float* VaruCoeff,
    const SingleTargetSelectParam_t& Params,
    float* StsAmpl,
    float* StsAmpl_dB20,
```

```

        SingleTargetSelect_t* Sts);
#endif // SINGLE_TARGET_SELECT_H_INCLUDED
#include <string.h>
#include "ampl_comp_coeff.h"
#include "single_target_select.h"
/** \brief Функция селекции одиночных целей
 *
 * \param Ampl - указатель на массив амплитуд эхосигналов выше линии дна
 * \param PhaseAlpha - указатель на массив фаз эхосигналов по продольной
оси
 * \param PhaseBeta - указатель на массив фаз эхосигналов по поперечной оси
 * \param LocalMax - указатель на массив структур локальных максимумов
 * \param VaruCoeff - указатель на массив коэффициентов ВАРУ
 * \param Params - ссылка на структуру исходных параметров
 * \param StsAmpl - указатель на массив куда будут выведены отсчёты
одиночных целей
 * \param StsAmpl_dB20 - указатель на массив куда будут выведены отсчёты
одиночных целей
 *           в дБ
 * \param Sts - указатель на массив структур куда будут выведены параметры
одиночных
 *           целей
 *
 * \return результат выполнения
 * \retval true - успешное выполнение
 * \retval false - превышен лимит одиночных целей
 */
bool SingleTargetSelection(const float Ampl[][BEAMS],
        const int8_t PhaseAlpha[][BEAMS],

```

```

        const int8_t PhaseBeta[][BEAMS],
        const LocalMax_t* LocalMax,
        const float* VaruCoeff,
        const SingleTargetSelectParam_t& Params,
        float StsAmpl[][BEAMS],
        float StsAmpl_dB20[][BEAMS],
        SingleTargetSelect_t* Sts)
{
    bool res = true; // результат
    // прочитать скорость звука
    float c = Params.C;
    // прочитать частоту
    float freq = Params.Freq;
    // пересчитать макс. компенсацию силы цели из дБ в разы
    float ts_comp_max = Db20ToValue(-Params.TS_CompensatMax);
    // пересчитать уровень определения длительности импульса из дБ в разы
    float pulse_lengh_level = Db20ToValue(Params.PulseLengthLevel);
    // рассчитать значение (C * Tau) / 4
    float ct_div_4 = c * Params.PulseLength / 4;
    // рассчитать дистанцию между двумя соседними отсчётами
    float sample_dist = SampleDist(c);
    // рассчитать количество отсчётов в зондирующем импульсе
    int num_samples_on_pulse = int(Params.PulseLength / SAMPLE_STEP +
0.5F);
    // рассчитать количество выборок на диапазон
    int num_samples = SamplesNum(Params.Distance, c);
    // рассчитать общее количество выборок в выходных массивах
    int num_pitches = Params.NumBeams * num_samples;
    // обнулить выходной массив амплитуд
    memset(StsAmpl, 0, num_pitches * sizeof(float));

```

```

// обнулить выходной массив амплитуд в дБ
for (int i = 0; i < num_pitches; i++)
{
    ((float*)StsAmpl_dB20)[i] = AMPL_DB_MIN_VALUE;
}
// цикл по лучам
for (int j=0; j < Params.NumBeams; j++)
{
    // структура для хранения рассчитанных параметров предыдущей
потенциальной цели
    struct
    {
        LocalMaxPoint_t lmax; // локальный максимум
        float kampl, // коэффициент компенсации амплитуды
            alpha, // угол (электрический) по продольной оси в локальном
максимуме
            beta; // угол (электрический) по поперечной оси в локальном
максимуме
        int n, // количество отсчётов превысивших порог после
локального максимума
            m; // количество отсчётов превысивших порог до локального
максимума
        float rt; // истинная дистанция до потенциальной цели
    } sts_prev;
    // флаг признака первой потенциальной цели в луче
    bool first_target_flag = false;
    // счётчик одиночных целей в луче
    int sts_counter = 0;
    // цикл по локальным максимумам внутри луча
    for (int i=0; i < LocalMax[j].Num; i++)

```

```

{
    int k, p, n, m;
    // прочитать номер отсчёта локального максимума
    int lmax_sample = LocalMax[j].LMax[i].Sample;
    // прочитать значение амплитуды локального максимума
    float lmax_value = LocalMax[j].LMax[i].Value;
    // рассчитать углы для локального максимума
    float lmax_alpha, lmax_beta;
    PhaseToAngle(PhaseAlpha[lmax_sample][j],
                 PhaseBeta[lmax_sample][j],
                 lmax_alpha, lmax_beta);
    // рассчитать коэффициент компенсации амплитуды
    float k_ampl = AmplCompCoeffCalc(lmax_alpha, lmax_beta, c, freq, j);
    // проверить на превышение макс. компенсации силы цели
    if (k_ampl >= ts_comp_max)
    {
        // рассчитать значение порога определения длительности импульса
        float pulse_threshold_level = lmax_value * pulse_lengh_level;
        // цикл поиска количества отсчётов превысивших порог после
        локального максимума
        for (k=(lmax_sample + 1), n=0; k < num_samples; k++, n++)
        {
            if (Ampl[k][j] <= pulse_threshold_level)
                break; // выход из цикла при значении амплитуды меньше
        }
        порога
        if (k >= num_samples)
            k = num_samples - 1;
        // цикл поиска количества отсчётов превысивших порог до
        локального максимума
    }
}

```

```

for (k=(lmax_sample - 1), m=0; k >= 0; k--, m++)
{
    if (Ampl[k][j] <= pulse_threshold_level)
        break; // выход из цикла при значении амплитуды меньше
порога
}
if (k < 0)
    k = 0;
// рассчитать суммарное количество отсчётов превысивших порог
до и после локального максимума
p = n + m;
// проверить превышение порога в локальном максимуме
if (Ampl[lmax_sample][j] > pulse_threshold_level)
    p++; // если превышает порог, то добавить отсчёт в локальном
максимуме
// рассчитать нормированное значение длительности эхо импульса
float pulse_norm = float(p) / num_samples_on_pulse;
// проверка попадания в заданный интервал нормированной
длительности импульса
if ( (pulse_norm >= Params.NormPulseLengthMin)
    && (pulse_norm <= Params.NormPulseLengthMax) )
{
    // цикл расчёта среднего арифметического значения всех углов
под огибающей
float alpha = 0, beta = 0;
for (k = (lmax_sample - m); k <= (lmax_sample + n); k++)
{
    float a, b;
    // рассчитать угол
    //PhaseToAngle(PhaseAlpha[k][j], PhaseBeta[k][j], a, b);

```



```

    a = PhaseAlpha[k][j];
    b = PhaseBeta[k][j];
    alpha += a;
    beta += b;
}
// осреднённое значение углов по продольной и поперечной
ОСЯМ
float alpha_sd = 0, beta_sd = 0;
// рассчитать осреднённые значения углов
if (p)
{
    alpha_sd = alpha / p; // осреднённое значение угла по
продольной оси
    beta_sd = beta / p; // осреднённое значение угла по поперечной
ОСИ
}
// цикл расчёта стандартной девиации углов
alpha = beta = 0;
for (k = (lmax_sample - m); k <= (lmax_sample + n); k++)
{
    float a, b;
    // рассчитать угол
    //PhaseToAngle(PhaseAlpha[k][j], PhaseBeta[k][j], a, b);
    a = PhaseAlpha[k][j];
    b = PhaseBeta[k][j];
    alpha += ((a - alpha_sd) * (a - alpha_sd));
    beta += ((b - beta_sd) * (b - beta_sd));
}
// обнулить значения стандартной девиации угла по продольной
и по поперечной оси

```

```

alpha_sd = beta_sd = 0;
// рассчитать стандартную девиацию углов
if ((p - 1) > 0)
{
    alpha_sd = sqrtf(alpha / (p - 1));
    beta_sd = sqrtf(beta / (p - 1));
}
// проверка на превышение заданных максимальных значений
девиаций
if ( (alpha_sd <= Params.AngleDeviMaxStdAlpha)
    || (beta_sd <= Params.AngleDeviMaxStdBeta) )
{
    // цикл расчёта истинной дистанции до потенциальной цели
    alpha = beta = 0;
    for (k = (lmax_sample - m); k <= (lmax_sample + n); k++)
    {
        float ampl = Ampl[k][j];
        alpha += ampl * k * sample_dist;
        beta += ampl;
    }
    // расчёт истинной дистанции до потенциальной цели
    float rt = alpha / beta - ct_div_4;
    if (!first_target_flag)
    { // потенциальная цель первая в луче
        // сохранить рассчитанные для неё параметры в структуре
        first_target_flag = true;
        sts_prev.lmax.Sample = lmax_sample;
        sts_prev.lmax.Value = lmax_value;
        sts_prev.kampl = k_ampl;
        sts_prev.alpha = lmax_alpha;
    }
}

```

```

sts_prev.beta = lmax_beta;
sts_prev.n = n;
sts_prev.m = m;
sts_prev.rt = rt;
}
else
{ // потенциальная цель не первая
if ((rt - sts_prev.rt) < ct_div_4)
{ // дистанция между предыдущей и текущей
потенциальными целями меньше чем  $c * T_{и} / 4$ 
if (sts_prev.lmax.Value < lmax_value)
{ // амплитуда лок. макс. текущей потенциальной цели
больше амплитуды предыдущей потенциальной цели
// отбросить предыдущую потенциальную цель
сохранить параметры текущей потенциальной цели
sts_prev.lmax.Sample = lmax_sample;
sts_prev.lmax.Value = lmax_value;
sts_prev.kampl = k_ampl;
sts_prev.alpha = lmax_alpha;
sts_prev.beta = lmax_beta;
sts_prev.n = n;
sts_prev.m = m;
sts_prev.rt = rt;
}
else
{ // амплитуда лок. макс. текущей потенциальной цели
меньше или равна предыдущей
// рассчитать и вывести параметры предыдущей цели
// рассчитать номер отсчёта дистанции до цели
int t = int(sts_prev.rt / sample_dist + 0.5F);

```

```

// расчёт истинной амплитуды от цели
float a = sts_prev.lmax.Value * VaruCoeff[t] /
(sts_prev.kampl * VaruCoeff[sts_prev.lmax.Sample]);
// расчёт силы цели
float ts = 20 * log10f(a);
// вывести параметры цели в массив одиночных целей
if (Sts)
{
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Sample =
sts_prev.lmax.Sample;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Alpha = sts_prev.alpha;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Beta = sts_prev.beta;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Distance = sts_prev.rt;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Ts = ts;
}
// цикл вывода параметров цели в массив отсчётов
for (k = (sts_prev.lmax.Sample - sts_prev.m);
    k <= (sts_prev.lmax.Sample + sts_prev.n);
    k++)
{
    if (StsAmpl)
        StsAmpl[k][j] = a;
    if (StsAmpl_dB20)
        StsAmpl_dB20[k][j] = ts;
}
// инкремент счётчика одиночных целей
sts_counter++;
// сохранить параметры текущей цели
sts_prev.lmax.Sample = lmax_sample;
sts_prev.lmax.Value = lmax_value;

```

```

        sts_prev.kampl = k_ampl;
        sts_prev.alpha = lmax_alpha;
        sts_prev.beta = lmax_beta;
        sts_prev.n = n;
        sts_prev.m = m;
        sts_prev.rt = rt;
    }
}
else
    { // дистанция между предыдущей и текущей
потенциальными целями больше или равна  $c * T_{и} / 4$ 
        // рассчитать и вывести параметры предыдущей цели
        // рассчитать номер отсчёта дистанции до цели
        int t = int(sts_prev.rt / sample_dist + 0.5F);
        // расчёт истинной амплитуды от цели
        float a = sts_prev.lmax.Value * VaruCoeff[t] /
(sts_prev.kampl * VaruCoeff[sts_prev.lmax.Sample]);
        // расчёт силы цели
        float ts = 20 * log10f(a);
        // вывести параметры цели в массив одиночных целей
        if (Sts)
        {
            Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Sample =
sts_prev.lmax.Sample;
            Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Alpha = sts_prev.alpha;
            Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Beta = sts_prev.beta;
            Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Distance = sts_prev.rt;
            Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Ts = ts;
        }
        // цикл вывода параметров цели в массив отсчётов

```

```

for (k = (sts_prev.lmax.Sample - sts_prev.m);
     k <= (sts_prev.lmax.Sample + sts_prev.n);
     k++)
{
    if (StsAmpl)
        StsAmpl[k][j] = a;
    if (StsAmpl_dB20)
        StsAmpl_dB20[k][j] = ts;
}
sts_counter++;
// сохранить параметры текущей цели
sts_prev.lmax.Sample = lmax_sample;
sts_prev.lmax.Value = lmax_value;
sts_prev.kampl = k_ampl;
sts_prev.alpha = lmax_alpha;
sts_prev.beta = lmax_beta;
sts_prev.n = n;
sts_prev.m = m;
sts_prev.rt = rt;
}
}
}
}
}
// последнюю цель выводить всегда
if ((i == (LocalMax[j].Num - 1)) && first_target_flag)
{
    // рассчитать и вывести параметры предыдущей цели
    // рассчитать номер отсчёта дистанции до цели
    int t = int(sts_prev.rt / sample_dist + 0.5F);
}

```

```

// расчёт истинной амплитуды от цели
float a = sts_prev.lmax.Value * VaruCoeff[t] / (sts_prev.kampl *
VaruCoeff[sts_prev.lmax.Sample]);
// расчёт силы цели
float ts = 20 * log10f(a);
// вывести параметры цели в массив одиночных целей
if (Sts)
{
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Sample = sts_prev.lmax.Sample;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Alpha = sts_prev.alpha;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Beta = sts_prev.beta;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Distance = sts_prev.rt;
    Sts[j].SingleTarget[sts_counter].Ts = ts;
}
// цикл вывода параметров цели в массив отсчётов
for (int k = (sts_prev.lmax.Sample - sts_prev.m);
    k <= (sts_prev.lmax.Sample + sts_prev.n);
    k++)
{
    if (StsAmpl)
        StsAmpl[k][j] = a;
    if (StsAmpl_dB20)
        StsAmpl_dB20[k][j] = ts;
}
sts_counter++;
}
// проверка на превышение лимита количества одиночных целей
if (sts_counter >= SINGLE_TARGET_MAX_LIMIT)
{
    // предел лимита количества одиночных целей превышен

```

```

        res = false; // установить признак ошибки
        break; // выход из цикла по локальным максимумам
    }
}
// сохранить количество одиночных целей для текущего луча в
выходной структуре
    Sts[j].Num = sts_counter;
}
return res;
}
/** \brief Функция селекции одиночных целей перегруженная для работы
*     с одномерными массивами
* \param Ampl - указатель на массив амплитуд эхосигналов выше линии дна
(одномерный)
* \param PhaseAlpha - указатель на массив фаз эхосигналов по продольной
оси (одномерный)
* \param PhaseBeta - указатель на массив фаз эхосигналов по поперечной оси
(одномерный)
* \param LocalMax - указатель на массив структур локальных максимумов
* \param VaruCoeff - указатель на массив коэффициентов ВАРУ
* \param Params - ссылка на структуру исходных параметров
* \param StsAmpl - указатель на массив куда будут выведены отсчёты
одиночных целей (одномерный)
* \param StsAmpl_dB20 - указатель на массив куда будут выведены отсчёты
одиночных целей
*     в дБ (одномерный)
* \param Sts - указатель на массив структур куда будут выведены параметры
одиночных
*     целей
*

```



```

* \return результат выполнения
* \retval true - успешное выполнение
* \retval false - превышен лимит одиночных целей
*
*/
bool SingleTargetSelection(const float* Ampl,
                           const int8_t* PhaseAlpha,
                           const int8_t* PhaseBeta,
                           const LocalMax_t* LocalMax,
                           const float* VaruCoeff,
                           const SingleTargetSelectParam_t& Params,
                           float* StsAmpl,
                           float* StsAmpl_dB20,
                           SingleTargetSelect_t* Sts)
{
    return SingleTargetSelection((float (*)[BEAMS])Ampl,
                                  (int8_t (*)[BEAMS])PhaseAlpha,
                                  (int8_t (*)[BEAMS])PhaseBeta,
                                  LocalMax,
                                  VaruCoeff,
                                  Params,
                                  (float (*)[BEAMS])StsAmpl,
                                  (float (*)[BEAMS])StsAmpl_dB20,
                                  Sts);
}

```

4.4. Вспомогательные расчеты

```

#ifndef MAIN_H_INCLUDED
#define MAIN_H_INCLUDED

```

```

#include <math.h>
// ----- Константы -----
#if __GNUC__ >= 3
#define ATTR_ALWAYS_INLINE __attribute__((__always_inline__))
#else
#define ATTR_ALWAYS_INLINE
#endif
// максимальное количество лучей
#define BEAMS 33
// максимальное количество отсчётов в луче для максимальной дистанции
256 метров
#define MAX_N 10240 // 0.025 м , с = 1500 м/с
// максимальное количество отсчётов
#define MAX_PITCHES MAX_N * BEAMS
// интервал дискретизации в сек.
// #define SAMPLE_STEP 20E-6F // 0.015 м при с = 1500 м/с
// #define SAMPLE_STEP 33.333333E-6F // 0.025 м при с = 1500 м/с
// #define SAMPLE_STEP 40E-6F // 0.030 м при с = 1500 м/с
#define SAMPLE_STEP 32.8131357545E-6F // 0.025 м при с = 1523.78 м/с
// значение морской мили в метрах
#define SEA_MILE 1850
// минимальное значение амплитуды в дБ
#define AMPL_DB_MIN_VALUE -140.0F
// чувствительность антенны в В/Па
#define ANTENNA_SENSE 0.01F
// значение коэффициента поглощения звука в воде в дБ/км по умолчанию
#define BETA_COEFF_DEFAULT_VALUE 75.914394F
// цена дискреты амплитуды в Вольтах
#define VOLT_COEFF 1E-6F
// ширина характеристики направленности антенны по уровню 0.7 в градусах

```

```

#define ANTENNA_TWO_THETA 7.0F
/* угловой шаг компенсации лучей (угловое перекрытие лучей) в радианах
   DeltaAlpha = PI / (2 * (BEAMS - 1))
*/

#define DELTA_ALPHA M_PI_2 / (BEAMS - 1) // в радианах
// ----- Встраиваемые функции -----

/** \brief Функция расчёта дистанции между двумя соседними выборками
 *
 * (дистанция на интервал дискретизации)
 *
 *  $S = C * T / 2$ 
 *
 * \param C - скорость звука в воде в м/с
 * \return значение расстояния в м
 *
 */

static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float SampleDist(const float C)
{
    return (C * SAMPLE_STEP / 2);
}

/** \brief Функция расчёта количества выборок для заданного диапазона
 *
 * (дистанция на интервал дискретизации)
 *
 * \param C - скорость звука в воде в м/с
 * \param Distance - дистанция в м
 * \return количество выборок на дистанцию
 *
 */

static ATTR_ALWAYS_INLINE inline int SamplesNum(const float Distance,
const float C)
{
    return (int(Distance / SampleDist(C) + 0.5F));
}

```

```

/** \brief Функция расчёта поперечного расстояния между
 *     квадрантами подрешетки антенны
 *
 * \param TwoTheta - ширина характеристики направленности антенны
 *     в градусах
 * \param Freq - рабочая частота в Гц.
 * \param C - скорость звука в воде в м/с
 * \return значение поперечного расстояния в м
 *
 */
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float AntennaSizeCalc(const float
TwoTheta,
                                     const float Freq,
                                     const float C)
{
    return (C * 50.5F / (TwoTheta * Freq));
}

/** \brief Функция расчёта значения угловой чувствительности
 *      $S = 2 * \text{PI} * F * d / (2 * C)$ 
 * \param Freq - рабочая частота в Гц.
 * \param C - скорость звука в воде в м/с
 * \return значение угловой чувствительности
 *
 */
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float AngleSenseCalc(const float
TwoTheta)
{
    return (M_PI * 50.5F / TwoTheta);
}

```

```

}
/** \brief Функция расчёта давления на 1 метр (P1M)
*
* \param C - скорость звука в воде м/с
* \return значение P1M (давления на 1 метр)
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float P1mCalc(const float C)
{
    // P1m = sqrt(Wa * Gamma * Ro * C / (4 * PI))
    return (sqrtf(250 * 670.794F * 1000 * C / (4 * M_PI)));
}
/** \brief Функция расчёта коэффициента K приведения к эталону
*      (коэффициент электроакустической пропорциональности)
*
* \param C - скорость звука в воде м/с
* \return значение коэффициента электроакустической
*      пропорциональности
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float AcousticPropCoeffCalc(const float
C)
{
    return (1 / (P1mCalc(C)* ANTENNA_SENSE));
}
/** \brief Функция пересчёта значения в децибелах по напряжению
*      в разы (Db = 20 * Lg(K)
*      K = 10^(Db / 20)
* \param Db - значение в децибелах
* \return значение в размах

```

```

*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float Db20ToValue(const float Db)
{
    return (powf(10, Db / 20));
}
/** \brief Функция пересчёта значения в размах по напряжению
*     в значение в децибелах
*      $Db = 20 * Lg(A)$ 
* \param Db - значение в децибелах
* \return значение в размах
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float ValueToDb20(const float A)
{
    return (20 * log10f(A));
}
/** \brief Функция пересчёта скорости в узлах в
*     в скорость в м/сек.
*     1 узел = 1 миля/час = (1850 / 3600) м/с
* \param V_Knot - значение скорости в узлах
* \return значение скорости в м/с
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float VknotToVmsec(const float V_Knot)
{
    return (V_Knot * 3600.0F / SEA_MILE);
}
/** \brief Функция пересчёта угла в градусах
*     в угол в радианах

```

```

*
* \param Grad - значение угла в градусах
* \return значение в радианах
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float GradToRadian(const float Grad)
{
    return (Grad * M_PI / 180.0F);
}
/** \brief Функция пересчёта угла в радианах
*     в угол в градусах
*
* \param Radian - значение угла в радианах
* \return значение в градусах
*
*/
static ATTR_ALWAYS_INLINE inline float RadianToGrad(const float Radian)
{
    return (Radian * 180.0F / M_PI);
}
#endif // MAIN_H_INCLUDED

```

5. Модуль эхосчёта

```

#include "SDL.h"
#include "defines.h"
// #include "sector.h"
#define time SDL_GetTicks
#define COUNT_COLUMN_IN_GIST 6
#define COUNT_LAYER_IN_GIST 1
#define COUNT_DELEN_IN_TS 12

```

```

struct PositionShipForGist
{
    int diapason; // диапазон дальности
    double shipX;
    double shipY;
};

struct ColumnForGist
{
    double volume; // объем слоя
    //int countFish; // количество рыб в слое
    double timeStart;
    double timeEnd;
    bool isColomnOver; // отрезок пройден
    double ConcentrationInRay[BEAMS]; // концентрация в слое
    int CountFishInRayForTS[BEAMS][COUNT_DELEN_IN_TS];
    double PercentTS[BEAMS][COUNT_DELEN_IN_TS];
    int countFishInRay[BEAMS];
};

struct GistoForDraw
{
    double hintConcentration[BEAMS]; // концентрация в слое по каждому
лучу
    bool isColomnOver; // отрезок пройден
    double PercentInFill[BEAMS]; // процент заполнения слоя 3 от общей
высоты всех слоев
    double percentInRayForTS[BEAMS][COUNT_DELEN_IN_TS]; //для
построения гистограммы TS (в процентах)
    /*
    float l1BottomPr; // граница 1 слоя в процентах от общей высоты всех
слоев

```



```

float l2BottomPr; // граница 2 слоя в процентах от общей высоты всех
слоев
float l3BottomPr; // граница 3 слоя в процентах от общей высоты всех
слоев
*/
};
struct InfoLayer
{
    double lTop;
    double lBottom;
    double BottomPr; // для рисования границы слоя, % от высоты
гистограммы
    double openAngleRayMiddle; // значение раскрыва луча по середине
слоя
};
#pragma once
class Gistogram
{
public:
    Gistogram(double anglRay01InRad);
    ~Gistogram(void);
    //void NewIzl(PositionShipForGist p, bool &isOnPaint);
    void AddFish(float z, int nRay, double ts, float f); // z - расстояние от рыбы
до антенны, nRay - номер луча
    GistoForDraw
Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST][COUNT_LAYER_IN_GIST];
    //void getDepthLayer(int nl, int &l);
    void StartCompute();
    void SetLimitsLayer(int nl, int top, int bottom); // данные о слое можно
вести только до вызова функции StartCompute (нумерация слоев начинается

```

c 0)

```
void addGistoAndNewColomn(double rateInMS, double Kkop, double kuzo); // Сохранение данных от TS, расчет концентрации текущей колонки и переход в новую
```

```
bool getLimitsLayer(int nl, int &top, int &bottom);
```

```
private:
```

```
void NextIndexColumn();
```

```
void ComputeConcentration(int nColumn, double rate, double delT, double Kkop, double kuzo);
```

```
//bool _isCountFish; // подсчет включен, добавлять новые рыбы
```

```
PositionShipForGist prevPositionShipForGist; // предыдущие данные о судне
```

```
ColumnForGist
```

```
arrColumnForGist[COUNT_COLUMN_IN_GIST][COUNT_LAYER_IN_GIST];
```

```
InfoLayer arrInfoLayer[COUNT_LAYER_IN_GIST];
```

```
int currIndexColumn; // индекс текущей колонки
```

```
void DataForGist();
```

```
//bool _isFirstIzl;
```

```
UInt64 timePrev;
```

```
double _anglRay01InRad; // раскрытия луча по 01 в горизонтальной плоскости
```

```
void gistoNil(int colomn); // обнуление массива Gisto по колонке
```

```
void columnForGistNil(int colomn); // обнуление массива
```

```
arrColumnForGist
```

```
bool _isStartCompute; // начат расчет гистограммы
```

```
};
```

Файл Gistogram.cpp

```
#include "Gistogram.h"
```

```
#include <float.h>
```

```

Gistogram::Gistogram(double anglRay01InRad)
{
    _anglRay01InRad = anglRay01InRad;
    currIndexColumn = 0;
    for (int i=0; i < COUNT_COLUMN_IN_GIST; i++)
    {
        columnForGistNil(i);
    }
    for (int i=0; i < COUNT_COLUMN_IN_GIST; i++)
    {
        gistoNil(i);
    }
    //l1BottomPr = (double)_l1Bottom/_l3Bottom;
    //l2BottomPr = (double)_l2Bottom/_l3Bottom;
    timePrev = 0;
    _isStartCompute = true;
}
// обнуление массивов Gisto
void Gistogram::gistoNil(int colomn)
{
    for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
    {
        Gisto[colomn][j].isColomnOver = false;
        for (int b=0; b < BEAMS; b++)
        {
            Gisto[colomn][j].hintConcentration[b] = 0;
            Gisto[colomn][j].PercentInFill[b] = 0;
            for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
            {
                Gisto[colomn][j].percentInRayForTS[b][c] = 0;
            }
        }
    }
}

```

```

        }
    }
}
// обнуление массива arrColumnForGist
void Gistogram::columnForGistNil(int column)
{
    for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
    {
        arrColumnForGist[column][j].isColumnOver = false;
        arrColumnForGist[column][j].volume = 0;

        for (int b=0; b < BEAMS; b++)
        {
            arrColumnForGist[column][j].ConcentrationInRay[b] = 0;
            arrColumnForGist[column][j].countFishInRay[b] = 0;
            for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
            {
                arrColumnForGist[column][j].CountFishInRayForTS[b][c] = 0;
                arrColumnForGist[column][j].PercentTS[b][c] = 0;
            }
        }
    }
}
Gistogram::~Gistogram(void)
{
}
/*
void Gistogram::NewIzl( PositionShipForGist p, bool &isOnPaint )
{

```

// ПО РЕШЕНИЮ ГК НЕ ВЫЧИТАТЬ ОБЪЕМ, ЗАНИМАЕМЫЙ
ДНОМ

```
int l1Bottom, l2Bottom, l3Bottom;
// проверить границы слоев и дно

//if (_l1Bottom > p.bott)
//    _l1Bottom = p.bott;
//if (_l2Bottom > p.bott)
//    _l2Bottom = p.bott;
//if (_l3Bottom > p.bott)
//    _l3Bottom = p.bott;
l1Bottom = _l1Bottom,
l2Bottom = _l2Bottom,
l3Bottom = _l3Bottom;
// длина отрезка
double dlin;
if (_isFirstIzl)
{
    dlin = 0;
    _isFirstIzl = false;
}
else
{
    dlin = sqrt(pow((prevPositionShipForGist.shipX - p.shipX), 2) +
pow((prevPositionShipForGist.shipY - p.shipY),2));
}
arrColumnForGist[currIndexColumn].currDlinColomn =
arrColumnForGist[currIndexColumn].currDlinColomn + dlin;
prevPositionShipForGist.shipX = p.shipX;
prevPositionShipForGist.shipY = p.shipY;
```

```

// площадь сектора
double scircle = (M_PI*pow(double(p.diapason),2))/4;
//1. если диапазон <= границы первого слоя
if (p.diapason <= l1Bottom)
{
    arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 + (scircle*dlin);
}
else
{
    //2. если диапазон <= границы второго слоя
    if (p.diapason <= l2Bottom)
    {
        double ang = 2*abs(acos(((double)l1Bottom)/p.diapason));
        double s2 = (((pow(((double)p.diapason),2))/2)*(ang -
sin(ang)))/2;
        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 + s2*dlin;
        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 + abs(scircle - s2)*dlin;
    }
    else
    {
        // 3 если диапазон <= границы третьего слоя
        if (p.diapason <= l3Bottom)
        {
            // 3 слой
            double h3 = p.diapason - l2Bottom;
            double ang =

```

```

2*abs(acos(((double)l2Bottom)/p.diapason));
        double s3 = (pow((((double)p.diapason)/2), 2)*(ang -
sin(ang)))/2;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume3 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume3 + s3*dlin;
        // 2 слой
        ang = 2*abs(acos(((double)l1Bottom)/p.diapason));
        double s2 = ((pow((((double)p.diapason)/2), 2)*(ang -
sin(ang)))/2) - s3;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 + s2*dlin;
        // 1 слой
        double s1 = scircle - s3 - s2;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume3 + s3*dlin;
    }
    else
    {
        // 4. если диапазон > третьего слоя
        // ниже 3 слой
        double ang =
2*abs(acos(((double)l3Bottom)/p.diapason));
        double s4 = (pow((((double)p.diapason)/2), 2)*(ang -
sin(ang)))/2;

        // 3 слой
        ang = 2*abs(acos(((double)l2Bottom)/p.diapason));
        double s3 = ((pow((((double)p.diapason)/2), 2)*(ang -
sin(ang)))/2) - s4;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume3 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume3 + s3*dlin;

```

```

        // 2 слой
        ang = 2*abs(acos(((double)l1Bottom)/p.diapason));
        double s2 = ((pow((((double)p.diapason)/2), 2)*(ang -
sin(ang)))/2) - s3 - s4;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume2 + s2*dlin;

        // 1 слой
        double s1 = scircle - s2 - s3 - s4;

        arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 =
arrColumnForGist[currIndexColumn].volume1 + s1*dlin;
    }
}
}
// если проплыли всю колонку
if (arrColumnForGist[currIndexColumn].currDlinColumn >
_dlinColumnInMetre)
{
    isOnPaint = true;
    arrColumnForGist[currIndexColumn].isColumnOver = true;
    NextIndexColumn();
}
else
    isOnPaint = false;
}
*/
// переход к следующей колонке
void Gistogram::NextIndexColumn()
{
    if (currIndexColumn > (COUNT_COLUMN_IN_GIST-2))
    {

```



```

        currIndexColumn = 0;
    }
    else
    {
        currIndexColumn ++;
    }
    columnForGistNil(currIndexColumn);
}
//float sector_a_low_Sp_1 = -70; // амплитуда последнего цвета, дБ
// добавить новую рыбу
// z - расстояние от рыбы до антенны
// nRay - номер луча
// ts - значение ts
// low_level_db - нижняя граница TS от которой отсчитываются деления
void Gistogram::AddFish( float z, int nRay, double ts, float low_level_db)
{
    if (!_isStartCompute)
    {
        return;
    }
    int t = (ts - low_level_db)/3.0;
    /*
    if (t > COUNT_DELEN_IN_TS)
    {
        t=COUNT_DELEN_IN_TS-1;
    }
    if (t < 0)
        t = 0;
    */
    if ((t < COUNT_DELEN_IN_TS)&&(t >= 0))

```

```

{
  for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
  {
    arrColumnForGist[currIndexColumn][j].countFishInRay[nRay];
    if ((z >= arrInfoLayer[j].lTop) && (z <= arrInfoLayer[j].lBottom))
    {
      if (nRay < BEAMS)
      {
arrColumnForGist[currIndexColumn][j].CountFishInRayForTS[nRay][t]++;

arrColumnForGist[currIndexColumn][j].countFishInRay[nRay]++;
      }
    }
  }
}
// расчет концентрации
void Gistogram::ComputeConcentration(int nColumn, double rate, double delT,
double Kkop, double kuzo)
{
  // расчет объема
  float sumTS = 0;
  for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
  {
    arrColumnForGist[nColumn][j].isColumnOver = true;
    //Для расчёта объёма "просмотренного" пространства _в слое в луче_
необходимо перемножить протяжённость слоя по
    //диапазону, дистанцию, пройденную судном (время интегрирования на
скорость судна) и значение раскрыва луча по середине слоя по диапазону.

```

```

arrColumnForGist[nColumn][j].volume =
arrInfoLayer[j].openAngleRayMiddle*(arrInfoLayer[j].lBottom -
arrInfoLayer[j].lTop)*rate*delT;
    if (abs(arrColumnForGist[nColumn][j].volume) > 0.0001)
    {
        for (int b=0; b < BEAMS; b++)
        {
            if (arrColumnForGist[nColumn][j].countFishInRay[b] >
0)
            {
                arrColumnForGist[nColumn][j].ConcentrationInRay[b]
=
(float(arrColumnForGist[nColumn][j].countFishInRay[b])/arrColumnForGist[nCol
omn][j].volume)/(Kkop*kuzo);
            }
            else
            {

arrColumnForGist[nColumn][j].ConcentrationInRay[b] = 0;
            }
            for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
            {
                if
(arrColumnForGist[nColumn][j].countFishInRay[b] > 0)
                {
                    arrColumnForGist[nColumn][j].PercentTS[b][c]
=
float(arrColumnForGist[nColumn][j].CountFishInRayForTS[b][c])/arrColumnFor
Gist[nColumn][j].countFishInRay[b];

```

```

        }
        else
        {

arrColumnForGist[nColumn][j].PercentTS[b][c] = 0;
        }
    }
}
else
{
    for (int b=0; b < BEAMS; b++)
    {
        arrColumnForGist[nColumn][j].ConcentrationInRay[b] =
0;
    }
}
}
}
// расчет данных для отображения
void Gistogram::DataForGist()
{
    double arrMaxConcLayer[COUNT_LAYER_IN_GIST][BEAMS];
    int arrCountColumnOverLayer[COUNT_LAYER_IN_GIST][BEAMS];
    double arrAveConcLayer[COUNT_LAYER_IN_GIST][BEAMS];
    int countFishInLayer[COUNT_LAYER_IN_GIST][BEAMS];
    int
countFishInLayerTS[COUNT_LAYER_IN_GIST][BEAMS][COUNT_DELEN_I
N_TS];
    for (int i=0; i < COUNT_COLUMN_IN_GIST; i++)

```

```

{
    gistoNil(i);
}

// обнуляем массивы
for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
{
    for (int b=0; b < BEAMS; b++)
    {
        arrMaxConcLayer[j][b] = 0;
        arrCountColomnOverLayer[j][b] = 0;
        arrAveConcLayer[j][b] = 0;
        countFishInLayer[j][b] = 0;
        for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
        {
            countFishInLayerTS[j][b][c] = 0;
        }
    }
}
for (int i=0; i < COUNT_COLUMN_IN_GIST; i++)
{
    for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
    {
        if (arrColumnForGist[i][j].isColomnOver)
        {
            for (int b=0; b < BEAMS; b++)
            {
                // находим максимальную концентрацию для
каждого луча и по каждому слою
                arrCountColomnOverLayer[j][b]++;
            }
        }
    }
}

```

```

arrAveConcLayer[j][b] = arrAveConcLayer[j][b] +
arrColumnForGist[i][j].ConcentrationInRay[b];
    if (arrColumnForGist[i][j].ConcentrationInRay[b] >
arrMaxConcLayer[j][b])
        {
            arrMaxConcLayer[j][b] =
arrColumnForGist[i][j].ConcentrationInRay[b];
        }
// общее число рыб в луче
countFishInLayer[j][b] = countFishInLayer[j][b] +
arrColumnForGist[i][j].countFishInRay[b];
// находим общее кол-во рыб для TS
for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
    {
        countFishInLayerTS[j][b][c] =
countFishInLayerTS[j][b][c] +
arrColumnForGist[i][j].CountFishInRayForTS[b][c];
    }
}
}
}
}
// расчет процента заполнения квадратиков для каждого слоя и луча
относительно максимального
double maxConsLine = (0.75*1);
for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
    {
// 0 индекс в массиве - самый дальний отрезок
int ind = 0;
ind = currIndexColumn + 1;

```

```

if (ind > (COUNT_COLUMN_IN_GIST-1))
    ind = 0;
for (int i=0; i < COUNT_COLUMN_IN_GIST; i++)
    {
        if (arrColumnForGist[ind][j].isColomnOver)
            {
                for (int b=0; b < BEAMS; b++)
                    {
                        if (1)//(arrColumnForGist[ind][j].isColomnOver)
                            {
                                Gisto[i][j].hintConcentration[b] =
arrColumnForGist[ind][j].ConcentrationInRay[b];
                                Gisto[i][j].isColomnOver = true;
                                    if
(arrColumnForGist[ind][j].ConcentrationInRay[b] > 0)
                                        {
                                            Gisto[i][j].isColomnOver = true;
                                        }
                                    if (arrMaxConcLayer[j][b] >
DBL_EPSILON)
                                        {
                                            Gisto[i][j].PercentInFill[b] =
(arrColumnForGist[ind][j].ConcentrationInRay[b]/arrMaxConcLayer[j][b])*maxC
onsLine;

                                                for (int c=0; c <
COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
                                                    {

```

```

        Gisto[i][j].percentInRayForTS[b][c] =
arrColumnForGist[ind][j].PercentTS[b][c];
            }
        }
    else
    {
        Gisto[i][j].PercentInFill[b] = 0;
    }
}
else
{
    Gisto[i][j].isColomnOver = false;
}
}
}
ind++;
if (ind > (COUNT_COLUMN_IN_GIST-1))
    ind = 0;
}
}
// для колонки "среднее значение"
for (int j=0; j < COUNT_LAYER_IN_GIST; j++)
{
    for (int b=0; b < BEAMS; b++)
    {
        // колонка "Средняя плотность"
        if (arrCountColomnOverLayer[j][b] > 0)
        {
            Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-1][j].isColomnOver = true;
            Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-1][j].hintConcentration[b]

```



```

= arrAveConcLayer[j][b]/arrCountColomnOverLayer[j][b];
        Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-1][j].PercentInFill[b] =
(Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-
1][j].hintConcentration[b]/arrMaxConcLayer[j][b])*maxConsLine;
        for (int c=0; c < COUNT_DELEN_IN_TS; c++)
        {
                if (countFishInLayer[j][b] > 0)
                {
                        Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-
1][j].percentInRayForTS[b][c] =
float(countFishInLayerTS[j][b][c])/countFishInLayer[j][b];
                }
                else
                {
                        Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-
1][j].percentInRayForTS[b][c] = 0;
                }
        }
}
else
{
        Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST-1][j].isColomnOver =
false;
}
}
}
}
/*
void Gistogram::getDepthLayer(int &l1, int &l2, int &l3)
{

```

```

        l1 = _l1Bottom;
        l2 = _l2Bottom;
        l3 = _l3Bottom;
    }
    */
    // начать расчет
    void Gistogram::StartCompute()
    {
        timePrev = time();
        _isStartCompute = true;
    }
    // границы слоев; nl - номер слоя
    void Gistogram::SetLimitsLayer(int nl, int top, int bottom)
    {
        if (!_isStartCompute)
        {
            return;
        }
        if ((nl < COUNT_LAYER_IN_GIST) && (nl >= 0)&& (bottom > top))
        {
            arrInfoLayer[nl].lTop = top;
            arrInfoLayer[nl].lBottom = bottom;
            arrInfoLayer[nl].openAngleRayMiddle = (arrInfoLayer[nl].lTop +
double(arrInfoLayer[nl].lBottom -
arrInfoLayer[nl].lTop)/2)*tan(_anglRay01InRad/2)*2;
        }
    }
    bool Gistogram::getLimitsLayer(int nl, int &top, int &bottom)
    {
        if ((nl < COUNT_LAYER_IN_GIST) && (nl >= 0))

```

```

    {
        top = arrInfoLayer[nl].lTop;
        bottom = arrInfoLayer[nl].lBottom;
        return true;
    }
    else
    {
        return false;
    }
}
// начать расчет новой колонки
//rateInMS - скорость судна (м/с)
//Kkop - коэффициент Kkop для одного луча (для каждого луча считать
отдельно)
//kuzo - коэффициент КУЗО
void Gistogram::addGistoAndNewColomn(double rateInMS, double Kkop, double
kuzo)
{
    if (_isStartCompute)
    {
        double delT = (time() - timePrev)/1000;
        ComputeConcentration(currIndexColumn, rateInMS, delT, Kkop, kuzo);
        NextIndexColumn();
        DataForGist();
    }
}

```

ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

1. Общие сведения

Наименование программы: «Программное обеспечение для определения размерного ряда рыб внутренних водоемов».

Краткое наименование программы: «ПО размерного ряда».

ПО размерного ряда предназначено для запуска в операционных системах семейства Windows. При необходимости возможна сборка ПО размерного ряда для запуска в операционных системах семейства Linux.

ПО размерного ряда использует библиотеку Qt (версия 4.8.3).

Программа написана на языке C++ с применением дополнительных макросов и языковых конструкций, используемых метаобъектным компилятором (МОС) Qt.

2. Функциональное назначение программных модулей

ПО размерного ряда предназначено для построения распределения (в виде гистограммы) одиночных целей по силе цели в процентном соотношении для заданного луча в пределах заданного активного слоя на заданном интервале глубин.

ПО размерного ряда состоит из следующих программных модулей:

- модуль поиска локальных максимумов;
- модуль селекции донного сигнала;
- модуль селекции одиночных целей;
- модуль эхосчёта.

Модули образуют цепочку, выходная информация предыдущего модуля является входной информацией для последующего модуля.

ПО размерного ряда получает информацию от модуля пороговой обработки и отображает выходные данные с помощью модуля

пользовательского интерфейса.

2.1. Модуль поиска локальных максимумов

Модуль поиска локальных максимумов (ПЛМ) предназначен для определения номера отсчёта и амплитуды в этом отсчёте, которая превышает амплитуду в соседних отсчётах. Локальные максимумы необходимы для работы алгоритмов селекции одиночных целей и селекции донного сигнала. Модуль ПЛМ работает параллельно во всех лучах веера, является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля пороговой обработки.

Модуль ПЛМ обеспечивает:

- прием массива амплитуд цифровых данных от модуля пороговой обработки (МПО), содержащего значения амплитуд гидроакустических сигналов по каждому лучу характеристики направленности (ХН) выше линии дна;
- приём значения количества отсчётов в каждом луче от модуля пользовательского интерфейса (МПИ);
- приём значения количества лучей от модуля пользовательского интерфейса (МПИ);
- поиск локальных максимумов (ПЛМ) по каждому лучу веерной характеристики направленности.

2.2. Модуль селекции донного сигнала

Модуль селекции донного сигнала (СДС), является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля ПЛМ.

Модуль СДС реализует следующие функции:

- принимает массив амплитуд сырого сигнала после применения к нему временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ);

- вычисляет номер вертикального луча при заданной конфигурации антенны и полученном угле бортовой качки;
- рассчитывает граничные условия и вычисляет в вертикальном луче номера отсчёта, соответствующего дну для текущего режима СДС (А, В, С или D);
- организует смену циклов определения донного сигнала и вычисляет номер достоверного отсчёта для вертикального луча, соответствующего дну;
- для достоверного номера отсчёта формирует линию дна по межлучевой селекции;
- реализует функцию автоматической записи нарушений слежения за дном (переходы из режима С в режим D).

2.3. Модуль селекции одиночных целей

Модуль селекции одиночных целей (СОЦ) является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля (МПО).

Модуль СОЦ обеспечивает:

- прием массива амплитуд цифровых данных от МПО, содержащего значения амплитуд гидроакустических сигналов по каждому лучу ХН выше линии дна;
- приём массива значений электрических углов по продольной и поперечной осям антенны от модуля МПО;
- приём массива структур данных от модуля ПЛМ, содержащих значения параметров отсчётов локальных максимумов;
- приём структуры данных от модуля МПИ, содержащей значения параметров, необходимых для правильной работы модуля СОЦ;
- приём массива коэффициентов ВАРУ с законом затухания $40LgR$ от модуля ВАРУ (МВАРУ);
- расчёт зависимости коэффициентов компенсации амплитуды

эхосигнала от фазовых углов по продольной и поперечной осям антенны;

- расчёт коэффициентов компенсации характеристики направленности антенны;

- расчёт механических значений углов по продольной и поперечной осям антенны;

- селекцию одиночных целей по каждому лучу веерной характеристики направленности.

2.4. Модуль эхосчёта

Модуль эхосчёта предназначен для расчета и отображения плотности распределения рыб и гистограмм силы цели.

Модуль эхосчёта реализует следующие функции:

- расчет облученного объема;
- расчет плотности распределения рыб в луче;
- расчет среднего значения силы цели в столбце;
- хранение данных о распределении рыб;
- расчет средней плотности по всем столбцам;
- расчет среднего значения силы цели по всем столбцам.

3. Описание логической структуры программных модулей

3.1. Используемые методы

3.1.1. Объектно-ориентированное программирование и библиотека Qt

В качестве базовых типов ПО размерного ряда используются типы библиотеки Qt. Под базовыми типами ПО размерного ряда подразумеваются такие типы, как: строки, окно интерфейса пользователя, массивы данных (байт) и потоки их обработки, таймеры и т.д. Библиотека Qt является объектно-ориентированной, следовательно, и все ПО размерного ряда спроектировано методами, принятыми в объектно-ориентированном

программировании (ООП).

Основными понятиями ООП являются:

- класс;
- объект;
- наследование;
- инкапсуляция;
- интерфейс;
- полиморфизм.

Класс является описываемой на языке пространства имён исходного кода моделью сущности (объекта) предметной области программы. Фактически он описывает состояние и поведение объекта. Под состоянием объекта подразумевается набор его данных. Под поведением объекта подразумевается совокупность его функций, оперирующих с переданными в них параметрами и изменяющими состояние объекта.

Объект — это экземпляр класса во время выполнения программы.

Наследование — это свойство ООП, позволяющее описать новый класс на основе уже существующего класса с частично или полностью заимствуемой функциональностью. Класс, от которого производится наследование, называется базовым или родительским, а новый класс — потомком или наследником.

Инкапсуляция — это свойство ООП, позволяющее объединить данные и методы, работающие с ними в классе, и скрыть детали реализации от пользователя (программиста). Для достижения этой цели все данные и функции класса разделяются на следующие группы:

- закрытые (private): данные и функции доступны только в функциях самого класса;
- защищенные (protected): данные и функции доступны в функциях самого класса, а также в функциях класса – наследника;
- открытие (public): функции, доступные для вызова из функций другого класса (клиента). Для вызова открытых функций клиент должен

иметь ссылку или указатель на экземпляр класса, функцию которого клиент хочет вызвать. Исключением являются типы – структуры (struct), предназначенные только исключительно для хранения или передачи данных.

Интерфейс – спецификация открытых функций класса, доступных для вызова клиентам. Интерфейс может содержать только часть открытых функций класса.

Полиморфизм — свойство ООП, достигаемое за счет наследования и позволяющее использовать объекты с одинаковым интерфейсом без информации о конкретном типе объекта. Полиморфизм обеспечивает вызов функции, определенной типом конкретного экземпляра класса, а не типом используемого интерфейса.

Исходя из выше сказанного, основными структурными элементами ПО размерного ряда являются классы. Эти классы в процессе работы взаимодействуют между собой в рамках объектной архитектуры программы, а также взаимодействуют с оператором и другими программными компонентами имитационного комплекса.

Взаимодействие классов между собой организовано за счет использования следующих механизмов, реализованных в библиотеке Qt:

- сигналы и слоты;
- события.

Сигналы и слоты — этот механизм позволяет реализовать шаблон объектного проектирования «наблюдатель» и скрыть, например, детали получения данных от других имитационных комплексов от объектов, визуализирующих эти данные. Суть этого метода заключается в том, что объект может посылать сигналы, содержащие информацию о наступившем событии (например: «данные получены»). В свою очередь другие объекты могут принимать эти сигналы посредством специальных функций — слотов. Система сигналов и слотов хорошо подходит для организации взаимодействия с графическим интерфейсом пользователя. Также механизм сигналов и слотов применяется в асинхронном вводе – выводе (включая

сокеты, устройства с последовательным интерфейсом, др.) или уведомлении о наступлении события таймера. В библиотеке Qt, благодаря метаобъектному компилятору, отсутствует необходимость создавать в классе – источнике события (сигнала) исходный код регистрации функций – обработчиков (слотов), хранения адресов этих функций и алгоритма последовательного вызова этих функций при наступлении события.

Событием в библиотеке Qt является специальный объект, представляющий что-то интересное из произошедших событий. Главным отличием событий от сигналов является то, что события предназначены для конкретного объекта в программе, а сигналы предназначены для потенциальных клиентов, которых может и не быть вовсе. С точки зрения исходного кода все события являются объектами какого-либо потомка класса QEvent, а обработчики событий являются переопределенными защищенными функциями потомка класса QObject. Реализация механизма событий возможна только благодаря такому свойству ООП, как полиморфизм.

События могут быть сгенерированы как внутри, так и снаружи программы, например:

- объекты QKeyEvent и QMouseEvent представляют взаимодействие с оператором программы с помощью клавиатуры или манипулятора «мышь» и приходят из оконного менеджера операционной системы;
- объекты QTimerEvent приходят в QObject, когда один из задействованных таймеров срабатывает, а они (как правило) предоставляются функциями операционной системы.

Важным моментом является то, что события приходят не сразу в момент времени, когда они были сгенерированы. Вместо этого они попадают в очередь событий и приходят позже. Диспетчер событий библиотеки Qt циклически обрабатывает очередь событий и отправляет события по месту назначения, и этот механизм называется циклом обработки событий.

3.2. Структура программы

3.2.1. Структура ПО модуля ПЛМ

Структура ПО модуля ПЛМ приведена на рисунке А.1.

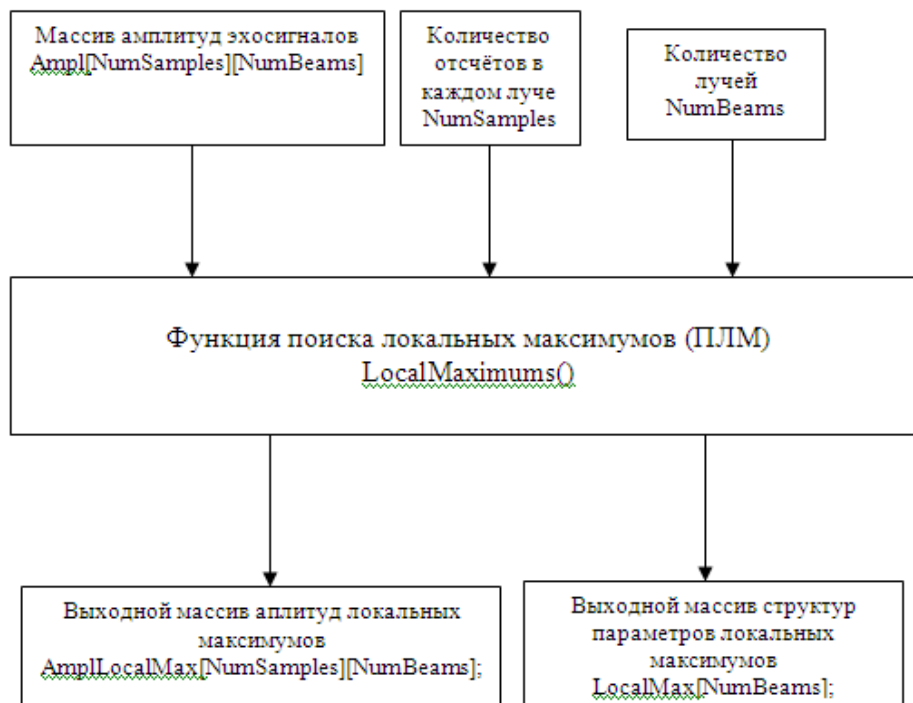
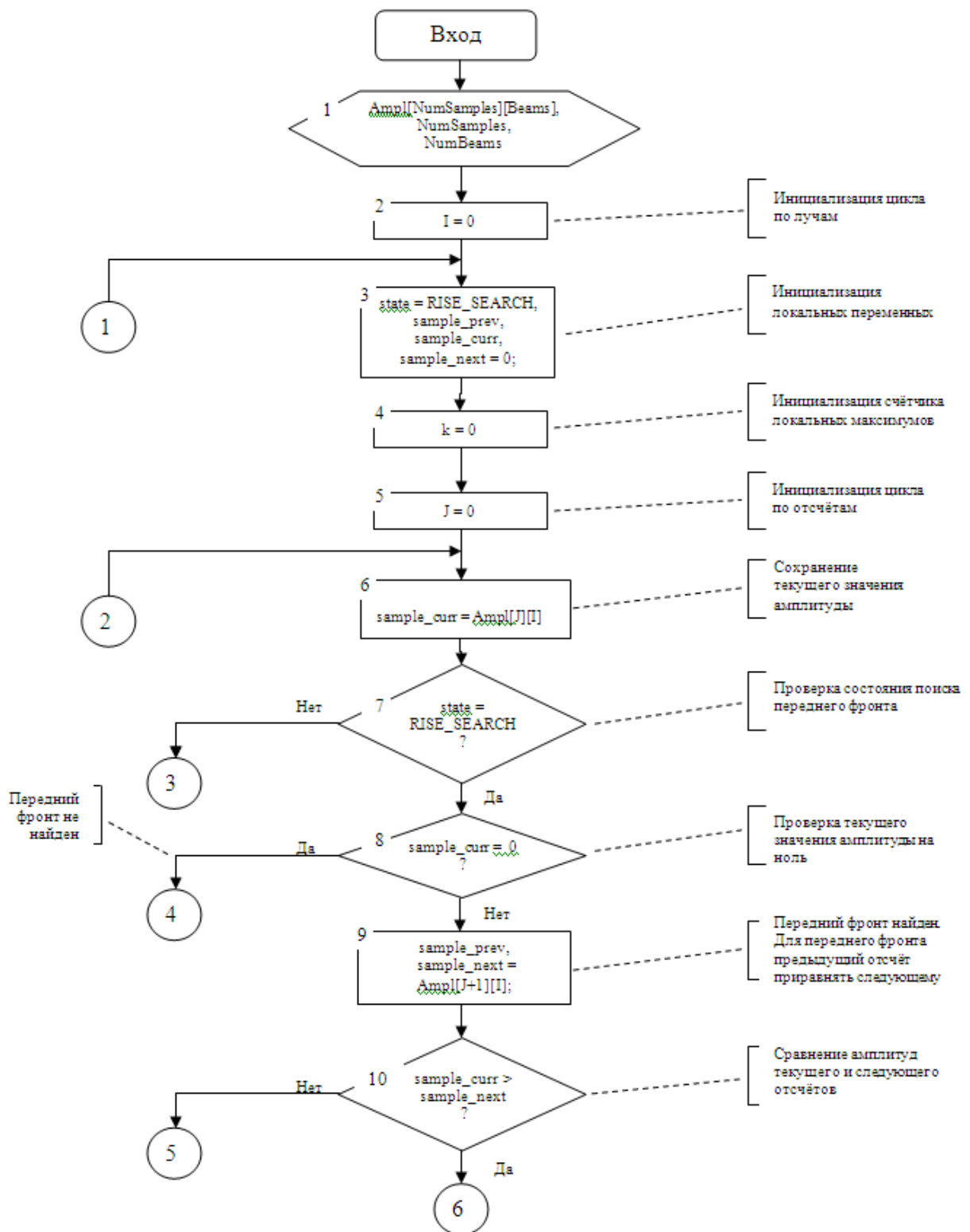
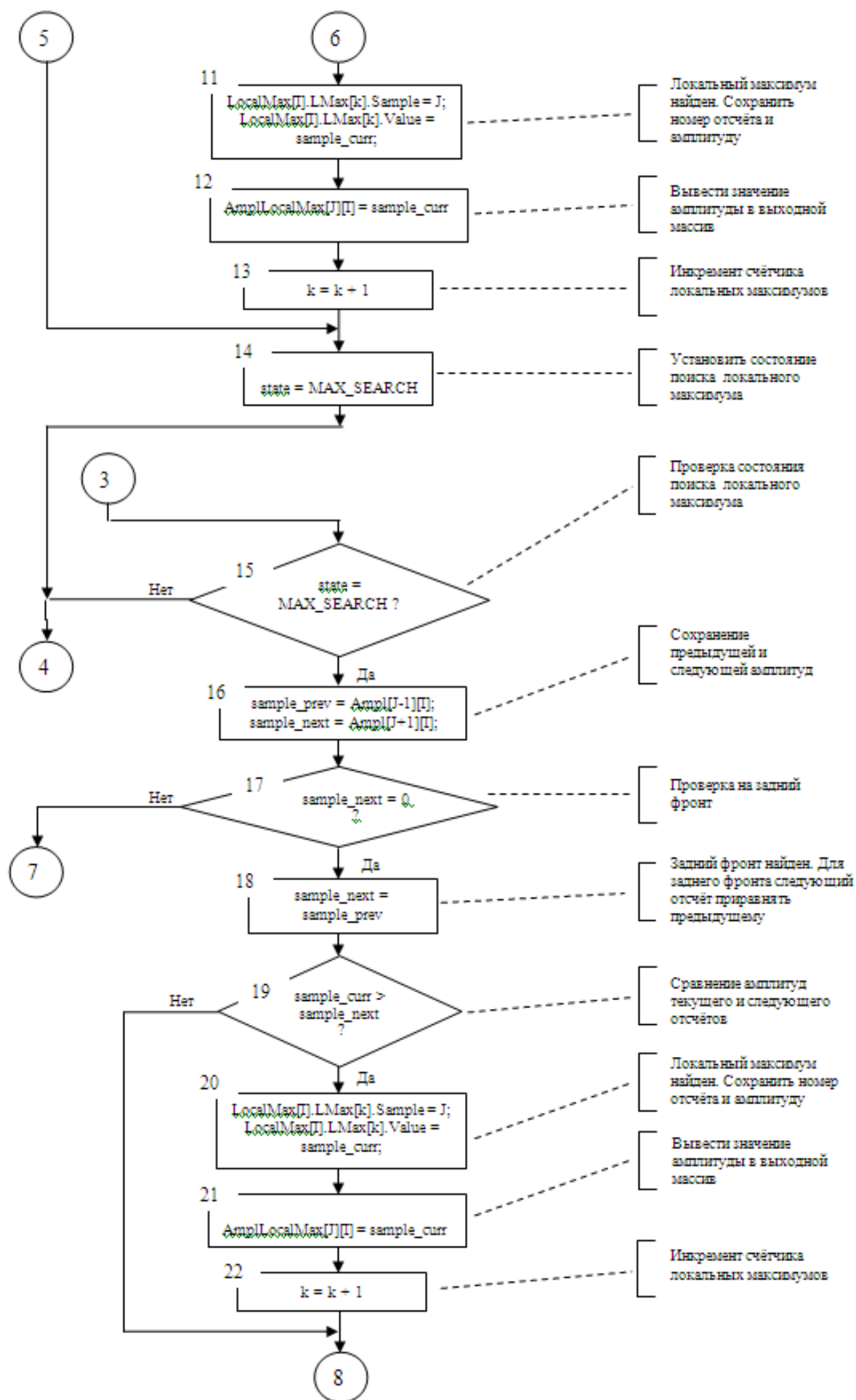


Рисунок А.1 - Структура ПО модуля ПЛМ

Логическая структура алгоритма модуля ПЛМ приведена на рисунке А.2.





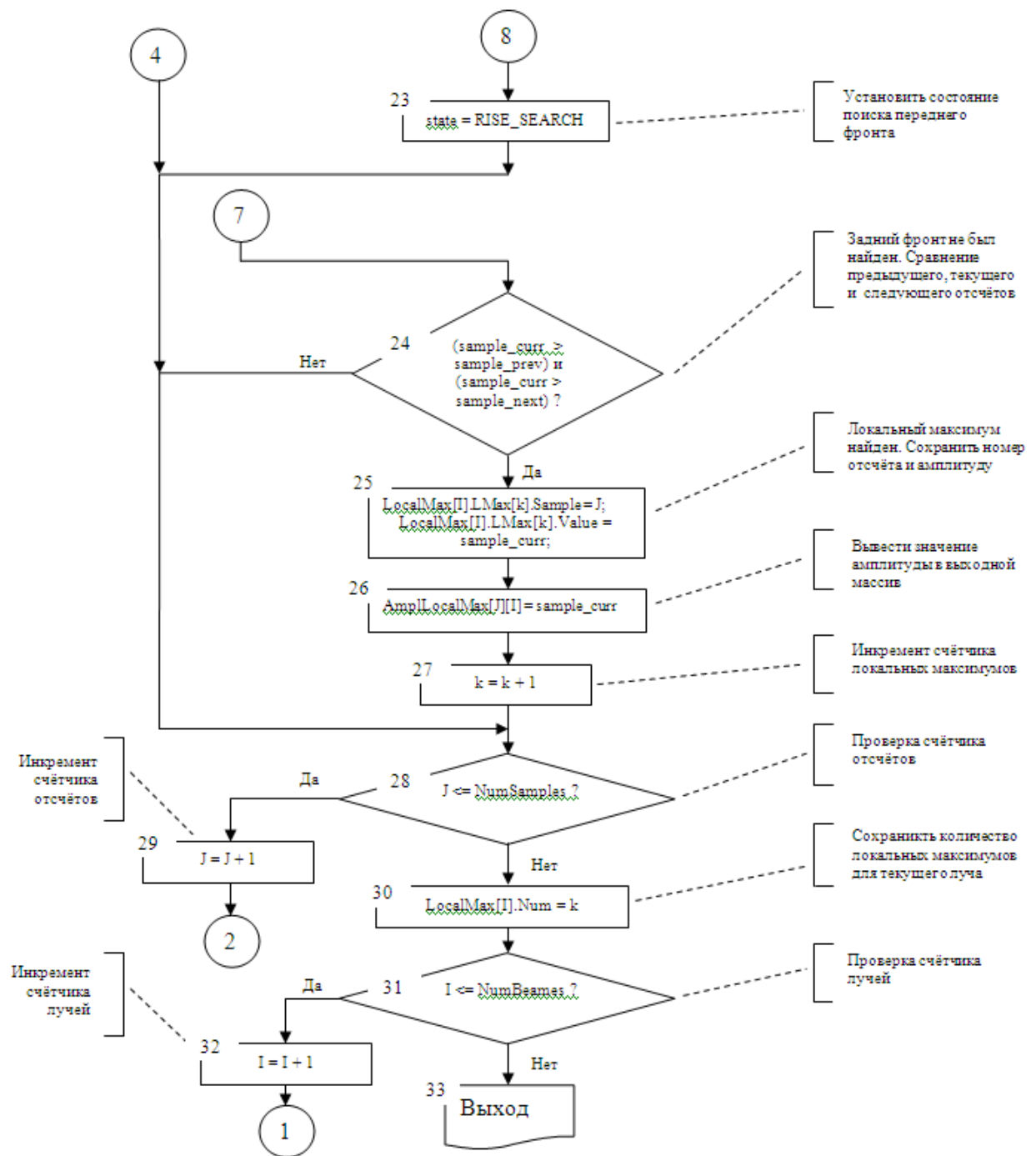


Рисунок А.2 - Алгоритм модуля поиска локальных максимумов

Работа функции начинается с получения исходных данных (символ 1):

- массива амплитуд эхосигналов выше линии дна: $Ampl[NumSamples][NumBeams]$;
- количество отсчётов в каждом из лучей, определяемое текущим диапазоном $NumSamples$;
- количество лучей $NumBeams$.

Затем производится инициализация счётчика цикла по лучам (символ 2), инициализация локальных переменных (символ 3), инициализация счётчика локальных максимумов (символ 4) и инициализация счётчика цикла по отсчётам (символ 5). Далее (символ 6) производится сохранение амплитуды текущей выборки в переменной `sample_curr`. Затем (символ 7) производится проверка переменной текущего состояния алгоритма `state` на состояние поиска переднего фронта.

Далее если передний фронт найден, то производится проверка амплитуды текущей выборки `sample_curr` на 0 (символ 8) и если она не равна 0, то считаем что, обнаружен передний фронт и в этом случае значению амплитуды предыдущего отсчёта `sample_prev` присваивается значение амплитуды следующего отсчёта `sample_next` (символ 9). Затем производится сравнение амплитуд текущего `sample_curr` и следующего `sample_next` отсчётов (символ 10) и если амплитуда текущего отсчёта `sample_curr` превышает амплитуду следующего `sample_next`, то считаем что, локальный максимум найден и производится сохранение номера отсчёта и амплитуды найденного локального максимума в структуре параметров (символ 11), вывод амплитуды найденного локального максимума в выходной массив `AmplLocalMax` (символ 12), инкремент счётчика локальных максимумов `k` (символ 13) и установка переменной состояния алгоритма `state` в состояние поиска локального максимума (символ 14), затем программа идет на проверку счётчиков отсчётов (метка 4).

Если передний фронт уже был ранее найден, то после проверки переменной состояния алгоритма `state` (символ 7) программа идёт на метку 3 и далее на проверку переменной состояния алгоритма `state` поиска локального максимума (символ 15) и если это условие выполняется, то далее производится сохранение значений предыдущей и следующей амплитуд в переменных `sample_prev`, `sample_next` соответственно (символ 16). Затем производится проверка на задний фронт (символ 17) и если задний фронт найден, то амплитуде следующего отсчёта `sample_next` присвоить значение амплитуды

предыдущего отсчёта `sample_prev` (символ 18). Затем (символ 19) производится сравнение амплитуд текущего `sample_curr` и следующего `sample_next` отсчётов и если амплитуда текущего отсчёта превышает амплитуду следующего, то считаем что локальный максимум найден, далее производится сохранение номера отсчёта и амплитуды локального максимума в структуре параметров `LocalMax` (символ 20), вывод амплитуды локального максимума в выходной массив `AmplLocalMax` (символ 21), инкремент счётчика локальных максимумов `k` (символ 22) и установка переменной состояния алгоритма `state` в состояние поиска переднего фронта (символ 23), затем программа идет на проверку счётчиков отсчётов (метка 4).

Если после проверки на задний фронт (символ 17), задний фронт не был найден, то программа идет на метку 7 и далее на сравнение амплитуд предыдущего `sample_prev`, текущего `sample_curr` и следующего `sample_next` отсчётов (символ 24). Если значение амплитуды текущего отсчёта больше предыдущего и следующего отсчетов, то считается, что локальный максимум найден и производится сохранение номера отсчёта и амплитуды найденного локального максимума в структуре параметров `LocalMax` (символ 25), вывод амплитуды локального максимума в выходной массив `AmplLocalMax` (символ 26) и инкремент счётчика локальных максимумов `k` (символ 27).

Затем производится сравнение счётчика отсчётов с количеством отсчётов по дистанции (символ 28) и если этот счётчик не достиг заданного значения, то производится его инкремент (символ 29) и программа идёт на обработку следующего отсчета (метка 2). Если же счётчик отсчётов сравнялся с заданным значением, то программа идет на сохранение количества найденных локальных максимумов `k` в текущем луче в структуре параметров локальных максимумов `LocalMax` (символ 30) и далее на сравнение счётчика лучей со значением количества лучей (символ 31), и если этот счётчик не достиг заданного значения, то производится его инкремент (символ 32) и программа идет на обработку следующего луча (символ 1). Если же счётчик лучей сравнялся с заданным значением, то это означает, что все лучи уже обработаны и

программа идёт на завершение работы (символ 33).

3.2.2. Структура ПО модуля СДС

Структура ПО модуля СДС приведена на рисунке А.3.

Модуль СДС реализован следующими функциями:

- Функция вычисления номера вертикального луча (`calc_vert_beam`);
- Функция вычисления номера отсчёта, соответствующего дну (`calc_SDS_index`);
- Функция вычисления достоверного номера отсчёта дна (`calc_sds_regims`);
- Функция вычисления линии дна (`calc_multybeams_SDS`);
- Функции автоматической записи сбоя слежения за дном (`save_errors_top_info` и `save_errors_info`).

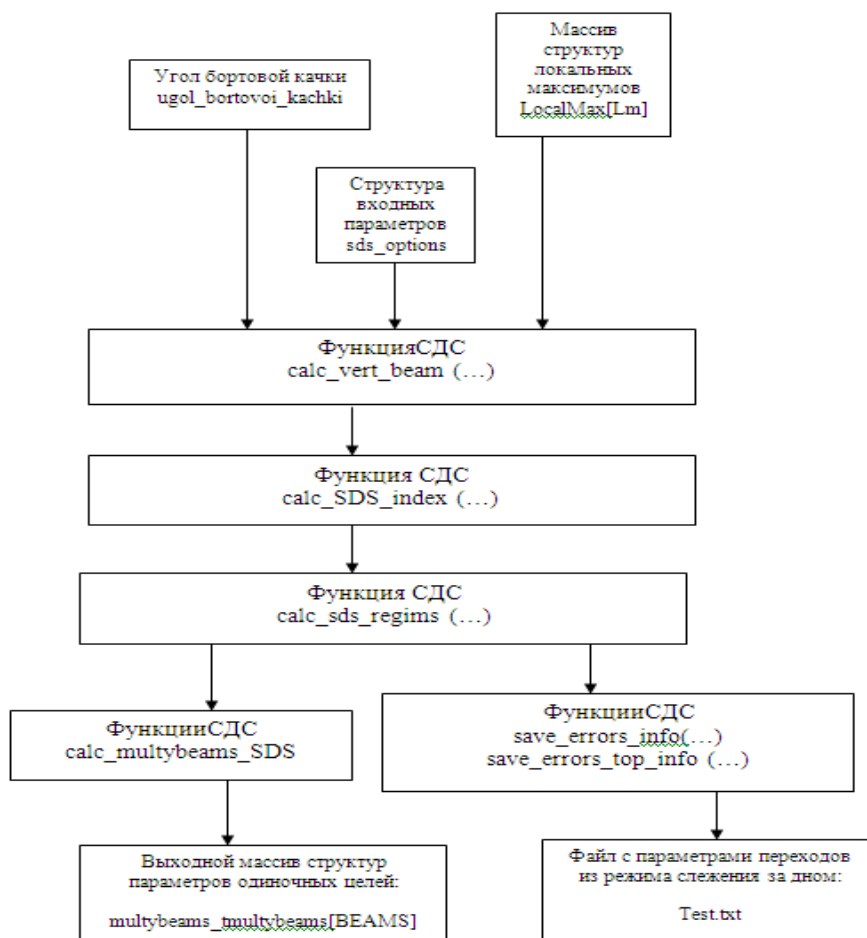


Рисунок А.3 - Структура ПО модуля СДС

Функции 1, 2, 4, 5 являются вспомогательными и вызываются внутри

функции 3. Функция `calc_sds_regims` реализует алгоритм смены режимов селекции донного сигнала в вертикальном луче и вычисляет линию дна.

Последовательность действий алгоритма СДС определяется следующими шагами:

Шаг 1.

Предварительные действия перед началом выполнения.

Сохраняется пороговое значение амплитуды, полученной в предшествующем вызове функции: `Float save_sds_porog = sds_porog`.

Проверяется неизменность параметров расчёта условно постоянной части формулы для `strobT` (длительности зондирующего импульса (`s->TauImp`), периода дискретизации (`s->DeltaT`), скорости звука в воде (`s->Ch2o`), текущего диапазона дальности (`s->R`).

```
bool options_not_changed = ((TauImp_save == s->TauImp) & (DeltaT_save == s->DeltaT) & (Ch2o_save == s->Ch2o) & (R_save == s->R));
```

Для режимов В, С и D допустимая ширина диапазона отсчётов дна (в отсчётах) `strobT` разделена на условно постоянную и переменную величину. Переменная составляющая связана с вертикальным смещением судна при качке и будет рассчитываться при каждом вызове функции. Условно постоянная составляющая пересчитывается на шаге 1. при первом вызове и при изменении любого из параметров формул `s->TauImp`, `s->DeltaT`, `s->Ch2o`, `s->R`:

```
double cosA = cos((s->Teta07*PI/180)/2);
static double strobT_save = 2*(s->TauImp + (s->R/s->Ch2o)*((1/cosA) - 1))/
s->DeltaT;
```

Шаг 2.

Рассчитывается номер луча, направление которого наиболее близко к вертикали при заданном угле качки.

Угол бортовой качки переводится в дискреты направления луча антенны и округляется до ближайшего целого. Полученная величина `K`

означает, на какое число лучей сместился вертикальный луч Ntek и в каком направлении (по знаку).

```
switch(antenna_mode)
{
case 2:
    if( K >= 0 ) Ntek = Max - K;
    else Ntek = Max;
    break;
case 1:
    Ntek = Max/2 - K;
    break;
case 0:
    if( K >= 0 ) Ntek = 0;
    else Ntek = 0 - K;
    break;
default:
    return -1;
}
```

Шаг 3.

Определяется текущий режим работы по значению счётчика режимов regim_cycle, сохраняющего своё значение, полученное при последнем вызове функции. Для этого он обозначен переменной типа static. При первом вызове функции режим работы – А.

Соответствие regim_cycle с режимом задаётся таблицей А.1.

Таблица А.1 - Соответствие режима поиска дна и параметра regim_cycle

regim_cycle	Режим SDS
1	А
2	В
3	В

4	B
5	B
6	C
7	D
8	D

Режим С является бесконечным при условии нахождения отсчёта, соответствующего дну, поэтому в режиме С счётчик regim_cycle не наращивается. В режиме D, после значения 7, в зависимости от знака определяемого индекса дна (sds_index) regim_cycle = 5 (sds_index > 0) или regim_cycle = 0 (sds_index = -1).

Шаг 4.

В зависимости от полученного на шаге 3 режима определяются диапазоны допустимых значений для:

- минимального номера отсчёта (min_index_limit);
- максимального номера отсчёта (max_index_limit);
- порогового значения амплитуды (porog).

Для режима А:

$$\text{min_index_limit} = 2 * s \rightarrow \text{TauImp} / s \rightarrow \text{DeltaT};$$

$$\text{max_index_limit} = 2 * s \rightarrow R / (s \rightarrow \text{DeltaT} * s \rightarrow \text{Ch2o});$$

где s – указатель на структуру sds_options_t. Полученные значения min_index_limit и max_index_limit будут использованы в качестве граничных при расчётах в остальных режимах.

Для режимов В, С и D рассчитывается переменная составляющая strobT, связанная с вертикальным смещением судна при качке (s->DeltaH):

$$(4 * s \rightarrow \text{DeltaH} / s \rightarrow \text{Ch2o}) / s \rightarrow \text{DeltaT};$$

Вычисляется величина полного диапазона отсчётов :

$$\text{strobT} = \text{strobT_save} + (4 * s \rightarrow \text{DeltaH} / s \rightarrow \text{Ch2o}) / s \rightarrow \text{DeltaT};$$

Округляется до ближайшего чётного целого (чётного, чтобы избежать ещё одного округления после деления на 2):

$$\text{strob_int} = (\text{int})(\text{strobT} + 0.5);$$

```
if (strob_int % 2 == 1 )
```

```
strob_int++;
```

Для двух режимов D ($\text{regim_cycle} = 6 \parallel \text{regim_cycle} = 7$) диапазон отсчётов расширяется на величину коэффициента расширения диапазона:

```
strob_int = s->Kd*strob_int;
```

а значение порога уменьшается на этот же коэффициент:

```
sds_porog = sds_porog/s->Kd;
```

Для второго режима D ($\text{regim_cycle} = 7$) и для режимов B, C вычисляются на основании индекса дна (sds_index), полученного при предыдущем вызове функции:

```
min_index = sds_index - strob_int/2;
```

```
max_index = sds_index + strob_int/2;
```

Полученные значения проверяются на предмет соответствия граничным условиям.

```
if(max_index>max_index_limit) max_index = max_index_limit;
```

```
if(min_index<min_index_limit) min_index = min_index_limit;
```

```
if(sds_porog<sds_porog_start) sds_porog = sds_porog_start;
```

Минимальный порог значения амплитуды sds_porog_start определяется значением Porog_start из структуры параметров s , выраженным в db:

```
sds_porog_start = powf(10, (s->Porog_start/20)).
```

Шаг 5.

Вычисление номера отсчёта, соответствующего дну для выбранного на шаге 3 режима и для граничных условий, полученных на шаге 4. реализуется единой для всех режимов функцией $\text{calc_SDS_index}(\dots)$. Эта функция возвращает номер отсчёта для дна (new_sds_index) и вычисленный порог амплитуды (porog) для следующего расчёта. До начала цикла поиска максимума в этой функции проверяется количество локальных максимумов в луче – NumPoints структуры LocalMax_t .

```
structLocalMax_t
```

```
{
```

```

int NumPoints; // количество локальных максимумов
LocalMaxPoint_t LMax[LOCAL_MAX_LIMIT]; // массив структур
локальных максимумов
}LocalMaxT;

```

Если оно нулевое, сразу возвращается -1 в качестве номера отсчёта. В случае обнаружения отсчёта, удовлетворяющего граничным условиям, возвращается его номер и определяется новый порог с учётом минимального стартового значения Porog_start.

```

if(main_max > (s->Porog_start)/s->Kporog)
    *porog = main_max * s->Kporog;
else
    *porog = s->Porog_start;

```

Если подходящий отсчёт не обнаружен – функция возвращает минус 1, как и при полном отсутствии локальных максимумов.

Шаг 6.

Если шаг 5 выполнен с отрицательным результатом (минус 1),

```
bool false_SDS = (new_sds_index < 0);
```

sds_index остаётся от предыдущего успешного выполнения (не перезаписывается новым значением new_sds_index). Для режима С также восстанавливается сохранённый порог амплитуды

```
sds_porog = save_sds_porog;
```

При успешном выполнении шага 5, сохраняем порог амплитуды для следующего цикла:

```
if(!false_SDS) sds_index = new_sds_index; //меняем найденный отсчёт
```

Шаг 7.

Изменение и сохранение в статической переменной счётчика режимов (regim_cycle) в соответствии с таблицей А.2.

Таблица А.2 - Тестирование переходов между режимами

Между какими режимами переход	SDS_index	Количество повторов режима	Расширение диапазона отсчётов	Возврат достоверного индекса дна	Результат проверки
Начальный переход к А					
А-А	-1	бесконечно			
А-В	>0				
В-А	-1				
В-В	>0	4			
В-С	>0				
С-С	>0	бесконечно		+	
С-Д	-1		+		
Д-С	>0			+	
Д-Д	>0	2		+	
Д-А	-1				

Функция межлучевой селекции - `calc_multibeams_SDS` использует тот же массив выборок эхосигналов, что и алгоритм СДС в вертикальном луче, а также его результат. Последовательность действий алгоритма СДС определяется следующими шагами:

Шаг 1.

По всем боковым лучам организуются два полуцикла:

- от вертикального луча к нулевому,
- от вертикального луча к лучу с наибольшим номером.

Оба полуцикла реализованы в одном цикле

```
for(int j = Nbeam-1; j >= End; j--)
```

для этого в определении цикла введены две переменные:

- начальное смещение: `int N = 0;`
- конечное значение счётчика цикла: `int End = 0.`

Также добавлен счётчик лучей - `i:`

$$i = \text{abs}(j-N);$$

При окончании первого полуцикла им присваиваются следующие значения:

$$N = N_{\text{beam}};$$

$$\text{End} = - \text{BEAMS} + 1 + N_{\text{beam}};$$

где N_{beam} – номер вертикального луча, BEAMS – общее число лучей.

Шаг 2.

Для каждого луча вычисляется угол наклона относительно вертикали. Он равен произведению смещения луча относительно вертикального умноженному на ширину луча. К этой величине добавляется угол боковой качки.

$$\text{multybeams_angle} = (((\text{float})N_{\text{beam}} - (j+N)) * \text{beam_diskr}) + \text{ugol_bortovoi_kachki};$$

Шаг 3.

На основании угла наклона относительно вертикали рассчитывается строб – диапазон поиска следующих отсчётов дна.

Шаг 4.

На основании величины амплитуды, полученной для отсчёта дна в предыдущем луче (для соседнего с вертикальным лучом берётся амплитуда для вертикального луча) и в зависимости от ориентации антенны определяется величина порога. В частности, для режима эхолота формула выглядит так:

$$\text{sds_porog} = (s \rightarrow \text{Kporog1} + s \rightarrow \text{Kporog2} / (s \rightarrow \text{Kporog3} * (32 - \text{abs}(N_{\text{beam}} - i) - \text{abs}(32 - N_{\text{beam}}) + 0.1))) * \text{multybeams}[i-1].\text{Value};$$

где multybeams – массив структур (отсчёт, амплитуда) по всем лучам.

Шаг 5.

Отсчёт, соответствующий дну определяется функцией $\text{calc_SDS_index}(\dots)$, в которую передаются в качестве параметров min и max значение отсчётов и значение порога. Найденные значения отсчёта, соответствующего дну (возвращается функцией) и амплитуда

(multybeam_ampl) записываются в соответствующую номеру луча структуру массива multybeams:

```
multybeams[i].Sample = calc_SDS_index(i, loc_max, min_index,  
max_index, s, sds_porog, &multybeam_ampl);
```

```
multybeams[i].Value = multybeam_ampl;
```

Сформированный таким образом массив multybeams содержит всю информацию для отображения линии дна.

3.2.3. Структура ПО модуля СОЦ

В структуре программного обеспечения модуля СОЦ можно выделить три функции вычисления, описанных ниже.

Функция расчёта зависимости коэффициентов компенсации (ФРКК) амплитуды эхосигнала от фазовых углов по продольной и поперечной осям антенны обеспечивает:

- расчёт коэффициента компенсации амплитуды по обеим осям антенны для каждого луча веерной характеристики направленности. Для расчёта используется заранее рассчитанный массив констант коэффициентов аппроксимирующего полинома для каждого луча с ограничением области расчёта;
- расчёт коэффициентов, компенсирующих изменение значения амплитуды характеристики направленности от номера луча.

Функция расчёта значений механических углов по продольной и поперечной осям антенны обеспечивает:

- пересчёт электрических углов в механические углы по обеим осям антенны, механические углы необходимы для расчёта СОЦ непосредственно в функции СОЦ.

Функция селекции одиночных целей обеспечивает:

- селекцию одиночных целей и формирование выходного массива структур параметров одиночных целей и массивов амплитуд

одиночных целей в абсолютных значениях и в децибелах.

Структура программного обеспечения модуля СОЦ приведена на рисунке А.4.

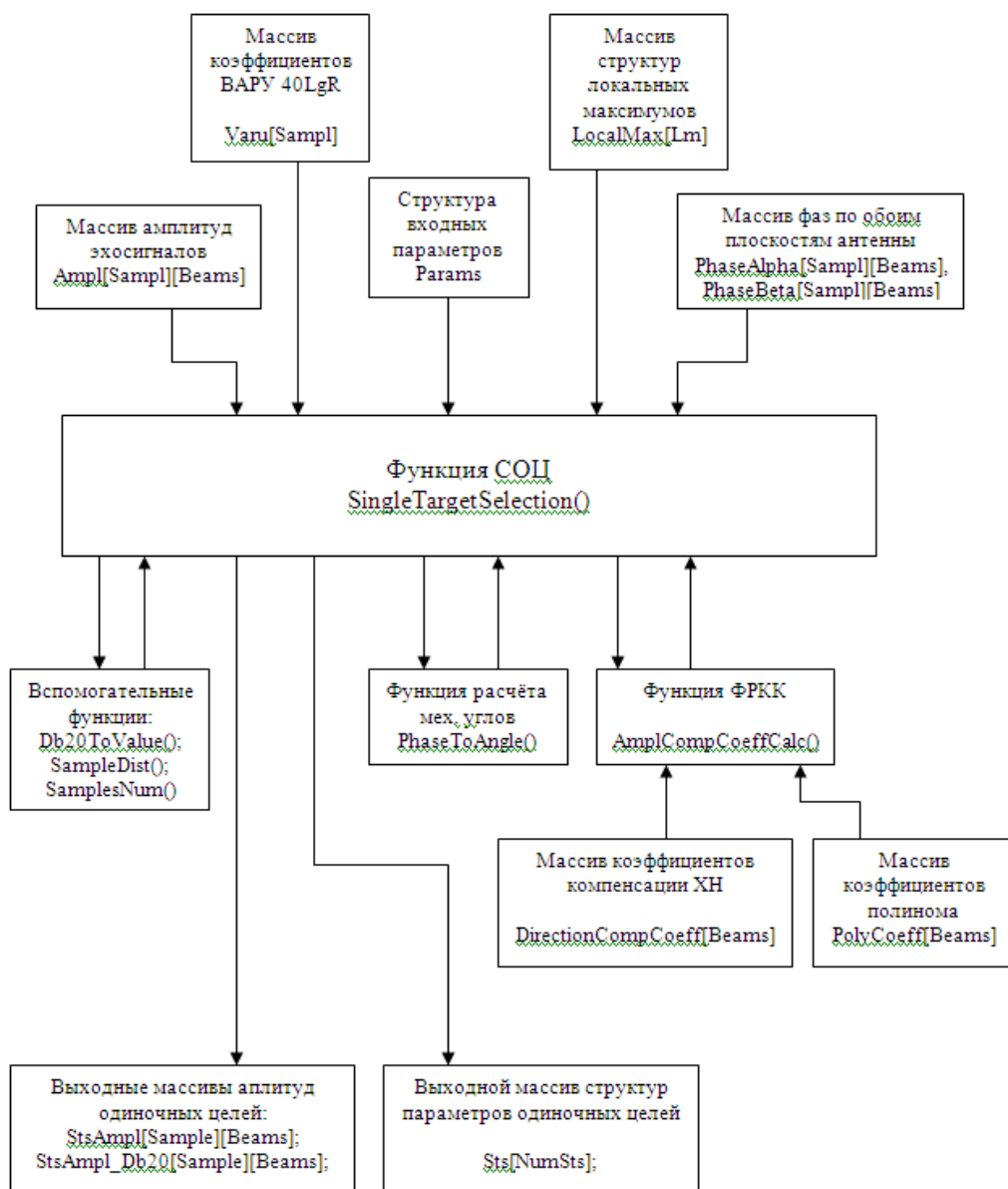


Рисунок А.4 - Структура ПО модуля СОЦ

3.2.3.1. Функция расчёта коэффициентов компенсации

Логическая структура алгоритма функции расчёта коэффициентов компенсации амплитуды эхосигналов приведена на рисунке А.5.

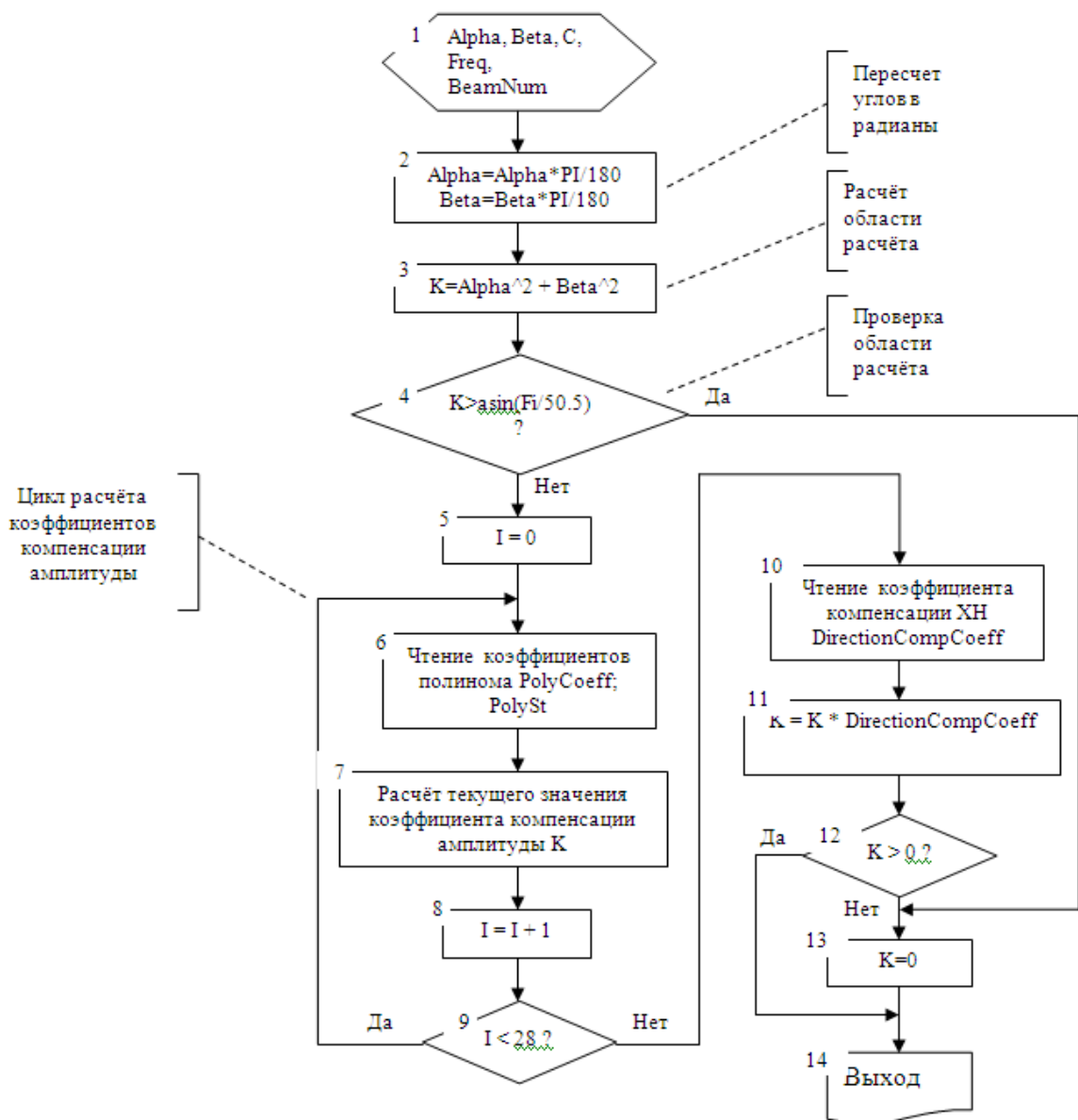


Рисунок А.5 - Алгоритм функции расчёта коэффициентов компенсации

Работа функции начинается с получения исходных значений (символ 1):

- электрических углов по продольной и поперечной осям антенны Alpha и Beta в градусах;
- скорости звука в воде в м/с;
- рабочей частоты Freq в Гц;
- номера луча веера ХН, для которого производится расчёт.

Далее (символ 2) производится пересчёт углов Alpha, Beta из градусов в радианы. Затем рассчитывается значение K (символ 3) и проверяется

область расчёта (символ 4), в случае выхода за область расчёта значение К обнуляется (символ 13) и производится выход (символ 14). Затем обнуляется переменная цикла I (символ 5) и далее следует цикл расчёта коэффициента компенсации (символы 6...9) в процессе которого производится извлечение из памяти коэффициентов полинома (символ 6) и далее расчёт текущего значения коэффициента (символ 7), затем переменная цикла I инкрементируется (символ 8) и проверяется условие выхода из цикла (символ 9). Далее из памяти извлекается значение коэффициента компенсации ХН для заданного номера луча (символ 10) и умножается на рассчитанное значение коэффициента (символ 11). Затем производится проверка на выход из области расчета (символ 12), в случае выхода за область расчёта значение коэффициента обнуляется (символ 13) и далее производится выход (символ 14). Если же рассчитанное значение не вышло за область расчёта, то производится выход с возвратом рассчитанного значения коэффициента К.

3.2.3.2. Функция расчёта механических углов

Функция расчета механических углов (ФРМУ) предназначена для перерасчёта электрических углов в механические углы. Логическая структура алгоритма функции ФРМУ приведена на рисунке А.6.

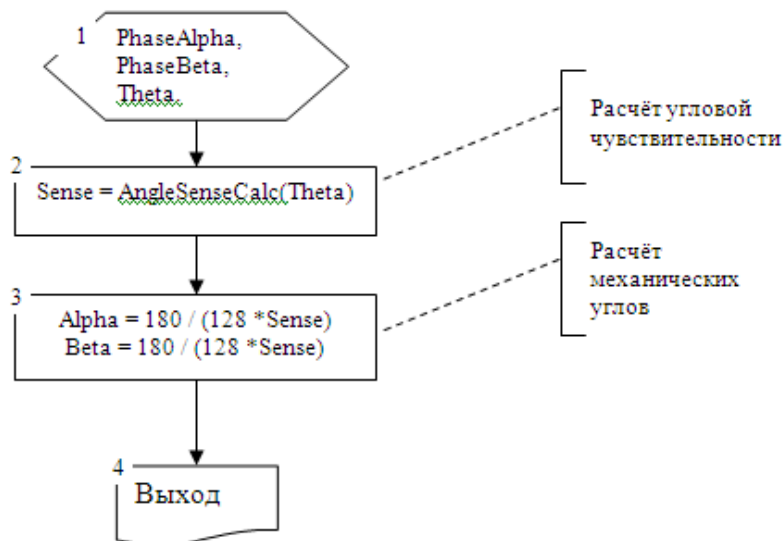


Рисунок А.6 - Алгоритм функции расчёта механических углов

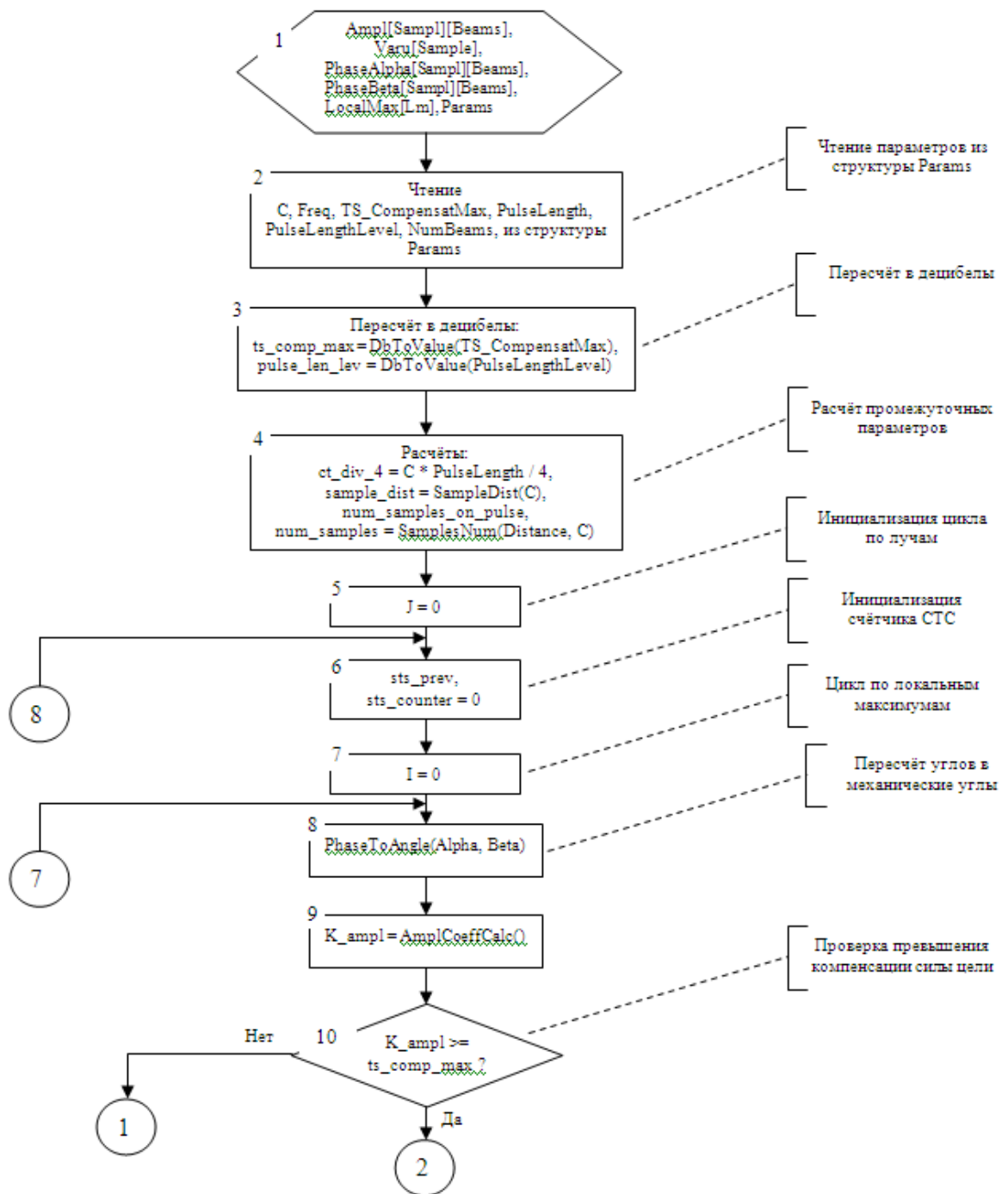
Работа функции начинается с получения исходных данных (символ 1): электрических углов по продольной и поперечной осям – PhaseAlpha и PhaseBeta соответственно, а также угла раскрыва ХН – Theta. Все значения углов должны быть представлены в градусах. Затем производится расчёт угловой чувствительности (символ 2) путём вызова инлайновой функции AngleSenseCalc() параметром которой является значение угла раскрыва ХН. Далее производится расчёт механических углов (символ 3) Alpha и Beta и последующий выход (символ 4).

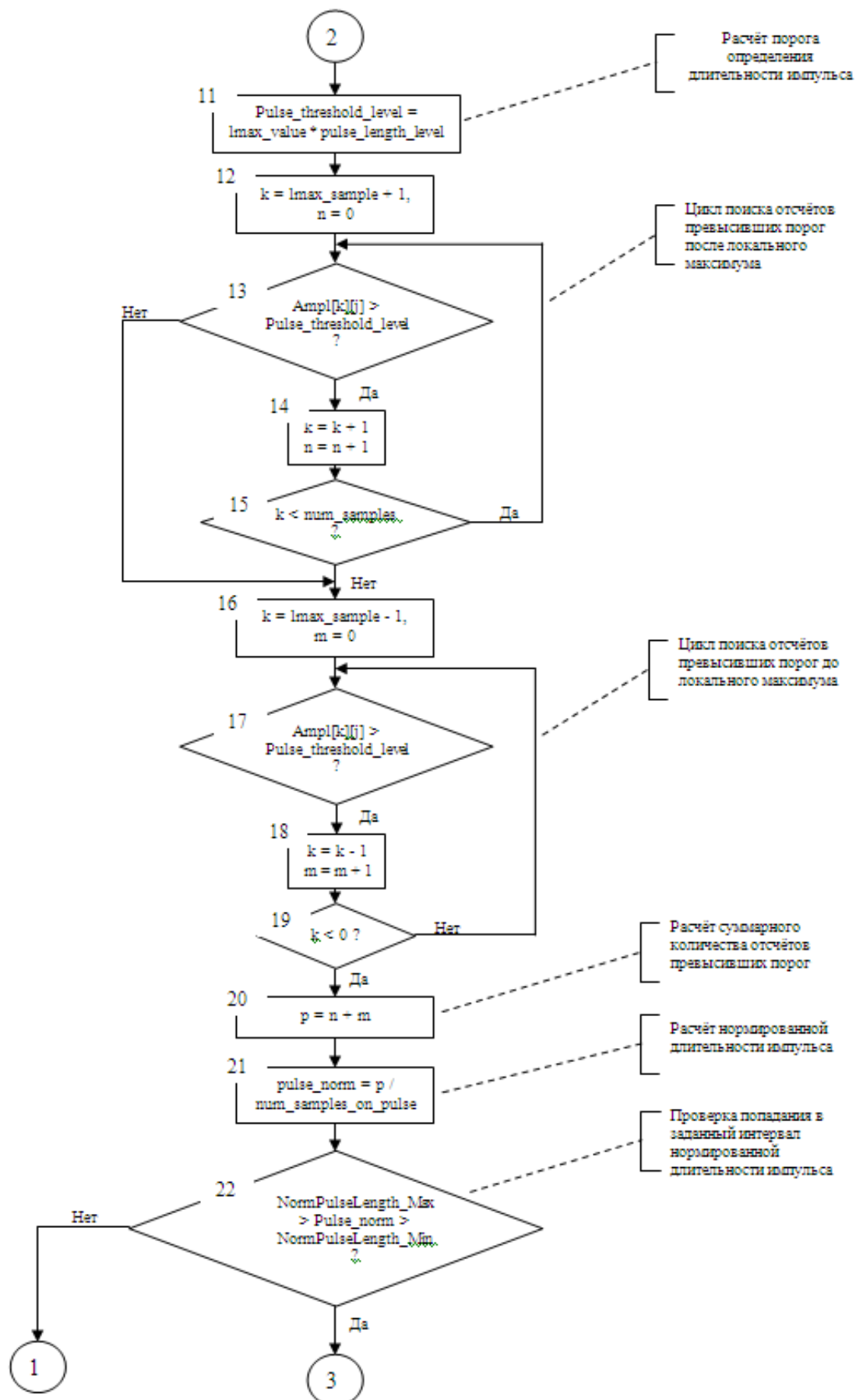
3.2.3.3. Функция селекции одиночных целей

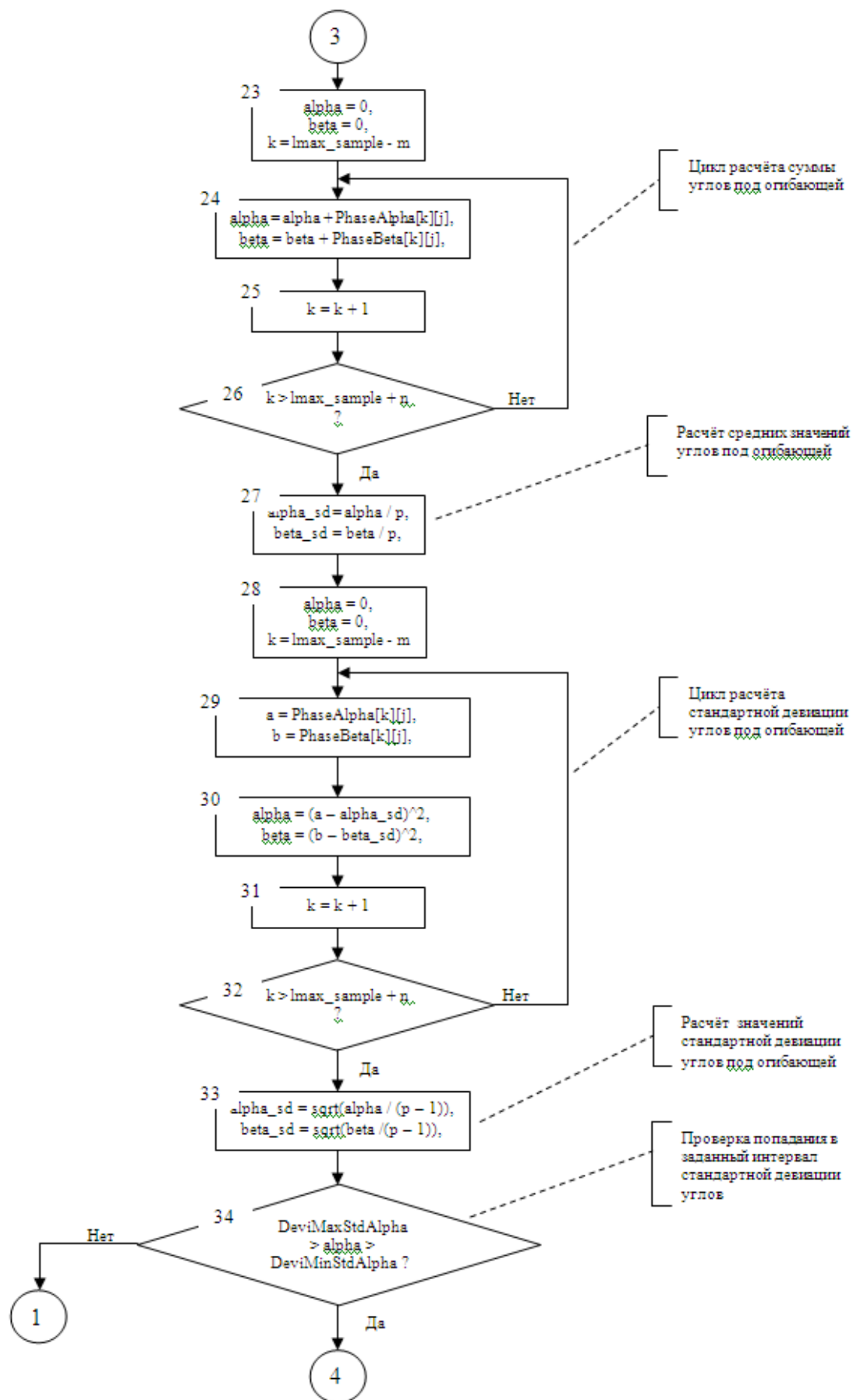
Функция селекции одиночных целей (ФСОЦ) предназначена для выделения сигналов одиночных целей, расчёта их параметров формирования выходного массива структур параметров одиночных целей и массивов амплитуд одиночных целей в абсолютных значениях и в децибелах. Логическая структура алгоритма функции ФСОЦ приведена на рисунке А.7.

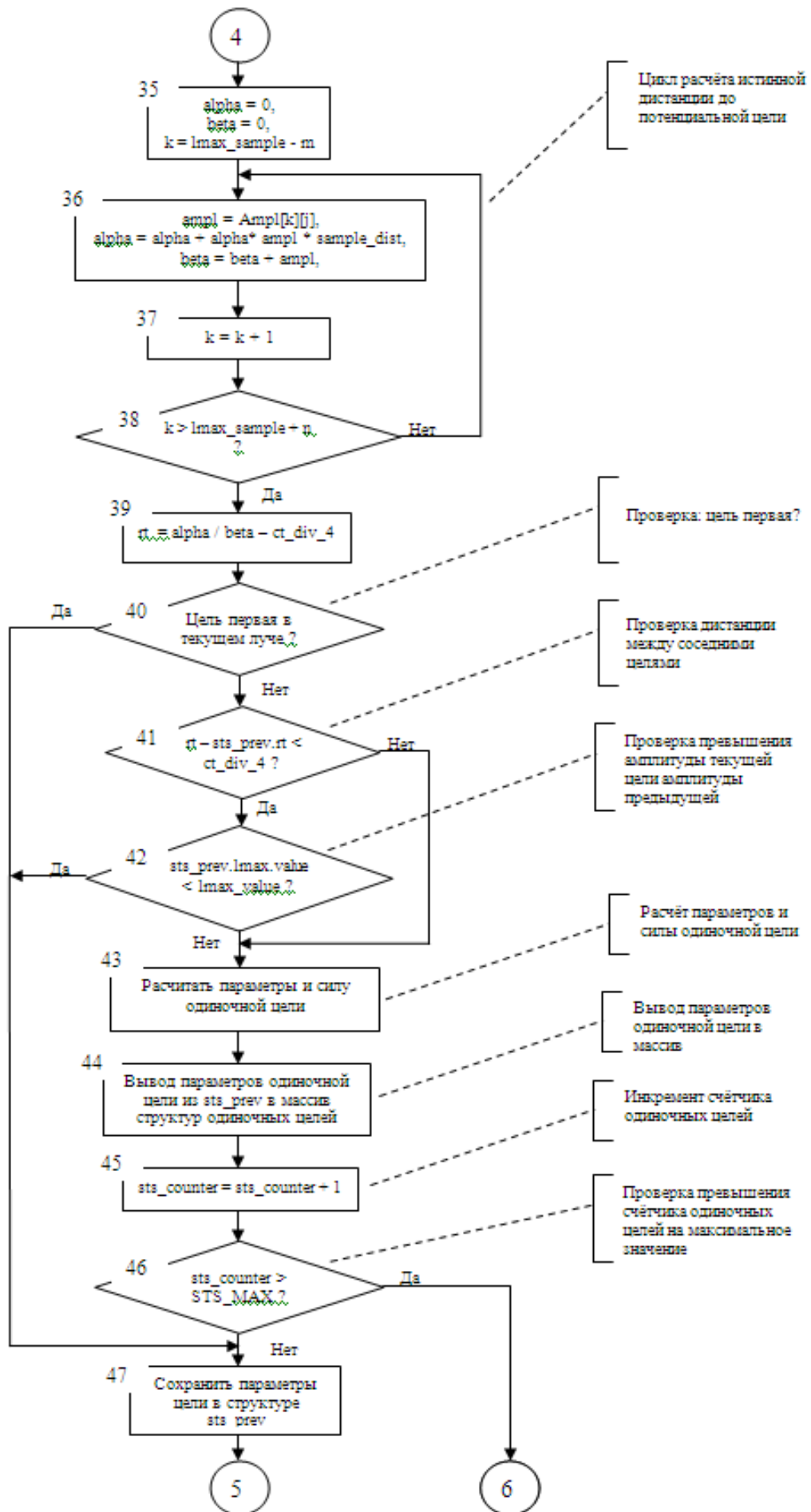
Работа функции начинается с получения исходных данных (символ 1):

- массива амплитуд эхосигналов выше линии дна:
Ampl[Sampl][Beams];
- массива фаз эхосигналов по продольной оси:
PhaseAlpha[Sampl][Beams];
- массива фаз эхосигналов по поперечной оси:
PhaseBeta[Sampl][Beams];
- массива коэффициентов ВАРУ закона 40 Lg: Varu[Sample];
- массива структур локальных максимумов: Lmax[];
- структуры исходных параметров: Params.









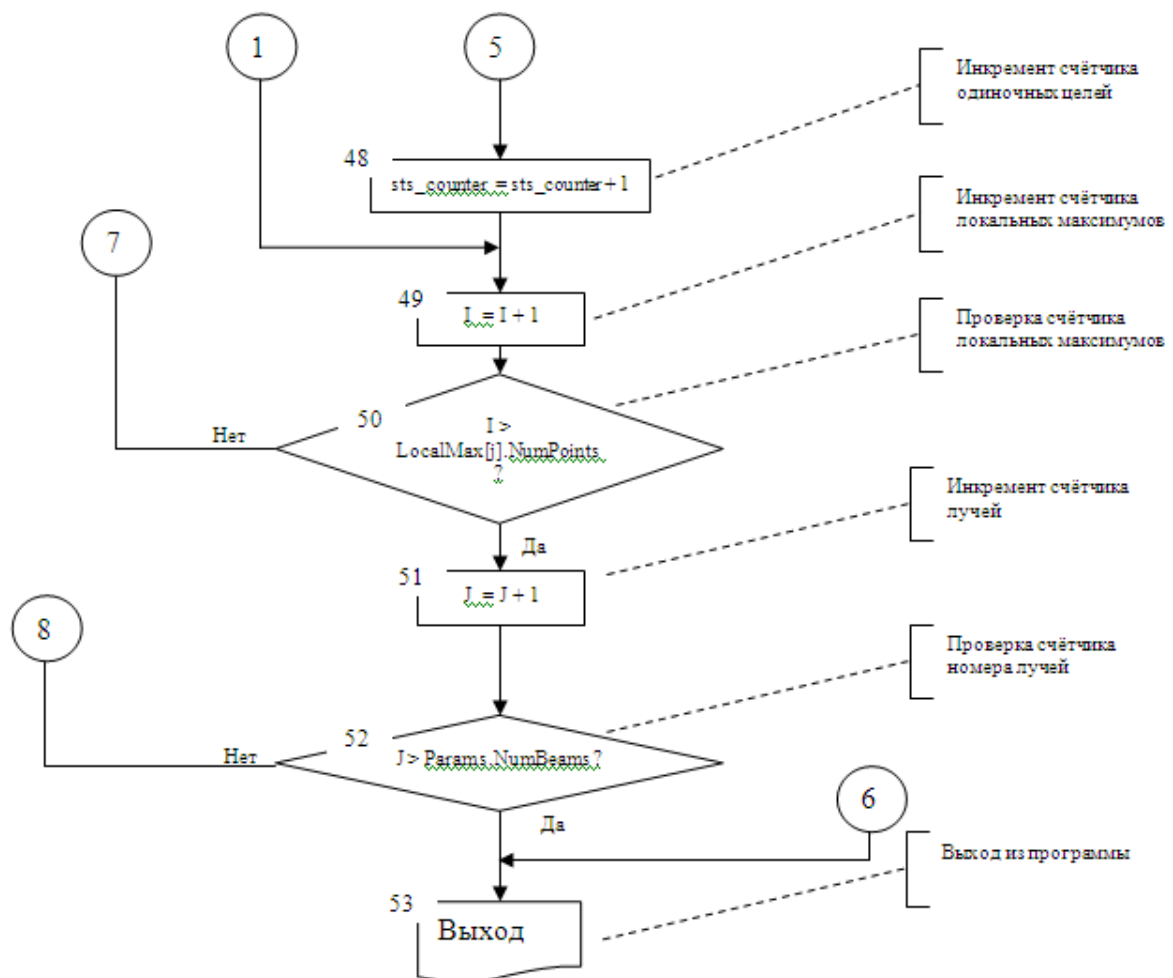


Рисунок А.7 - Алгоритм функции селекции одиночных целей

Затем (символ 2) производится чтение параметров из структуры Params: C, Freq, TS_CompensatMax, PulseLength, PulseLengthLevel, NumBeams. Далее (символ 3) производится пересчёт параметров TS_CompensatMax, PulseLengthLevel в значения в децибелах и затем производится расчёт дополнительных параметров, необходимых для работы алгоритма (символ 4):

- $ct_div_4 = C * T / 4$;
- sample_dist – дистанция между двумя соседними отсчётами;
- num_samples_on_pulse – количество отсчётов в зондирующем импульсе;
- num_samples – количество отсчётов на диапазон.

Далее (символ 5) производится инициализация индекса цикла по

количеству лучей и инициализация счётчика количества одиночных целей `sts_counter` и структуры параметров предыдущей одиночной цели `sts_prev` (символ 6). Затем (символ 7) производится инициализация индекса цикла по локальным максимумам и вызов функции пересчёта электрических углов в механические углы (символ 8). Далее (символ 9) рассчитывается амплитудный коэффициент и затем производится проверка на превышение компенсации силы цели (символ 10), если коэффициент не превышает значение компенсации силы цели, то происходит переход (метка 1) на инкремент индекса локальных максимумов (символ 49) и затем на проверку индекса локальных максимумов (символ 50). Если амплитудный коэффициент превышает компенсацию силы цели, то производится расчёт порога определения длительности импульса (символ 11), и далее программа идет на поиск количества отсчётов превысивших порог определения длительности импульса после локального максимума (символы 12...15), а затем на поиск количества отсчётов превысивших порог определения длительности импульса до локального максимума (символы 16...19). Затем следует расчёт суммарного количества отсчётов превысивших порог определения длительности импульса (символ 20) и далее расчёт нормированной длительности импульса (символ 21). Затем следует проверка попадания в заданный интервал нормированной длительности импульса (символ 22). Если количество отсчётов превысивших порог определения длительности импульса для заданного локального максимума не попадает в заданный интервал нормированной длительности импульса, то происходит переход (метка 1) на инкремент индекса локальных максимумов (символ 49) и затем на проверку индекса локальных максимумов (символ 50). Если же количество отсчётов, превысивших порог определения длительности импульса для заданного локального максимума, попадает в заданный интервал нормированной длительности импульса, то программа идёт на цикл расчёта суммы углов отсчётов под огибающей (символы 23...26) и затем на расчёт средних значений углов под огибающей (символ 27). Далее программа

идёт на цикл расчёта стандартной девиации углов под огибающей (символы 28...32). Затем выполняется расчёт значений стандартной девиации углов под огибающей (символ 33). Затем производится проверка попадания в заданный интервал стандартной девиации углов (символ 34). Если значение стандартной девиации углов под огибающей не попадает в заданный интервал стандартной девиации углов, то происходит переход (метка 1) на инкремент индекса локальных максимумов (символ 49) и затем на проверку индекса локальных максимумов (символ 50). Если же значение стандартной девиации углов под огибающей попадает в заданный интервал стандартной девиации углов, то программа входит в цикл расчёта истинной дистанции до потенциальной цели (символы 35...39). Далее производится проверка условия является ли потенциальная цель первой, если она первая, то производится сохранение параметров потенциальной цели во временной структуре `sts_prev` (символ 47). Если же цель не первая, то производится проверка дистанции между соседними целями (символ 41). Если дистанция между соседними целями не превышает значения $C * T / 4$, то производится проверка амплитуд текущей и предыдущей цели (символ 42) и если амплитуда текущей цели превышает амплитуду предыдущей цели, то программа идет на сохранение параметров во временной структуре `sts_prev` (символ 47). Если же амплитуда текущей цели не превышает амплитуду предыдущей цели, то программа идёт на расчёт параметров и силы одиночной цели (символ 43) и далее на вывод параметров одиночной цели в выходной массив (символ 44) и инкремент счётчика одиночных целей (символ 45) и далее проверка счётчика одиночных целей на максимальное значение (символ 46). Если счётчик одиночных целей превысил максимальное значение, то производится выход из программы (метка 6). Если дистанция между соседними целями превышает значения $C * T / 4$, то программа идёт на сохранение параметров потенциальной цели во временной структуре `sts_prev` (символ 47) и далее инкремент счётчика одиночных целей (символ 48). Затем производится инкремент переменной цикла по локальным

максимумам (символ 49) и проверка текущего значения этой переменной на максимальное значение (символ 50). Далее производится инкремент счётчика по лучам (символ 51) и затем проверка на максимальное значение (символ 52). Далее после превышения максимальных значений этих счётчиков программа идёт на выход (символ 53).

3.2.4. Структура ПО модуля эхосчёта

Структура программного обеспечения модуля эхосчёта приведена на рисунке А.8.

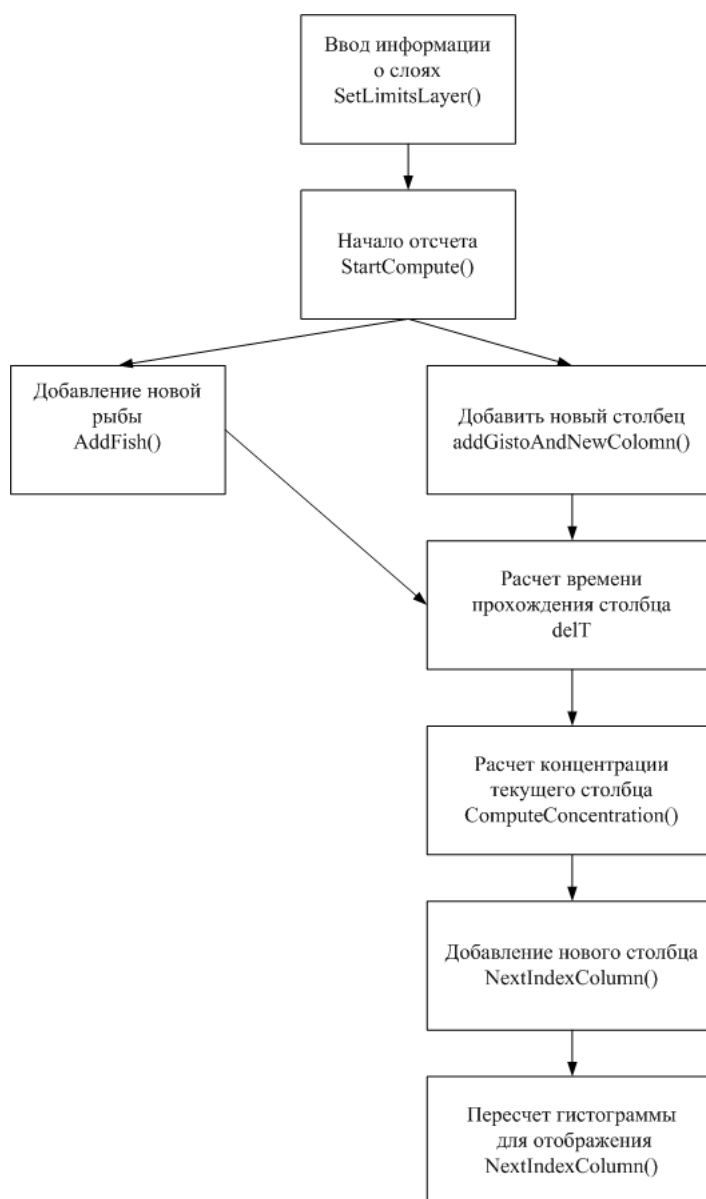


Рисунок А.8 - Алгоритм ПО модуля эхосчёта

Пересечения маркеров дистанции (столбцов) и глубины слоев образуют

отдельные локальные области объема водной среды, в которых осуществляется расчет концентрации рыб. Результаты расчета модуля эхосчёта отображаются в виде прямоугольников серого цвета, каждый в своей области, высота которых пропорциональна рассчитанному значению концентрации рыб.

Расчет производится на момент вызова функции StartCompute, при вызове функции ddGistoAndNewColomn в структуру GistoForDraw добавляется столбец с информацией о распределении рыб за очередной отсчет по дистанции.

Для индикации численного значения рассчитанной концентрации рыб для каждого из прямоугольников гистограммы реализована возможность отображения «подсказки» при наведении указателя мыши на интересующий прямоугольник. Данные для вывода подсказки необходимо брать из массива GistoForDraw, поле hintConcentration[BEAMS].

В дополнительном окне «гистограмма» справа от основного отображается концентрация рыб, усредненная по всей дистанции. Над маркером нижней границы слоя располагается прямоугольник серого цвета, высота которого соответствует рассчитанной усредненной концентрации рыб.

Также для каждого столбца рассчитывается гистограмма силы цели. Для построения шкалы силы цели используется нижняя граница (low_level_db) к которой прибавляется количество делений (COUNT_DELEN_IN_TS). Цена деления равна 3 дБ. Верхняя граница рассчитывается путем умножения цены деления на количество делений.

Если информация хотя бы по одной рыбе была сохранена, при изменении нижней границы (low_level_db) расчет будет осуществляться некорректно.

Ниже описаны основные функции программного обеспечения модуля эхосчёта.

3.2.4.1. Функция установки параметров слоев

Функция установки параметров слоев (SetLimitsLayer) позволяет устанавливать границы слоев. Использовать данную функцию возможно только до вызова функции StartCompute.

3.2.4.2. Функция для старта подсчета рыб

Функция для старта подсчета рыб (StartCompute). При старте запоминается время, которое будет использоваться для расчета пройденного пути и рассчитывается средняя ширина столбца по формуле 1:

$$S_{Ave} = (L_{top} + \frac{(L_{bot} - L_{top})}{2}) \tan\left(\frac{\text{anglRay}_01 \text{InRad}}{2}\right); \quad (A.1)$$

где L_{top} и L_{bot} - верхняя и нижняя границы слоя,

$\text{anglRay}_01 \text{InRad}$ – характеристика направленности луча по уровню 0,1.

3.2.4.3. Функция добавления информации об обнаруженной рыбе

Функция добавления информации об обнаруженной рыбе (AddFish). Данная функция сохраняет информацию об обнаруженной рыбе в массив. При этом для каждого слоя проверяется возможность попадания рыбы в него. Если рыба попала в слой, увеличивается счетчик обнаруженных рыб в луче (countFishInRay[nRay]) и счетчик количества рыб в массиве силы цели (CountFishInRayForTS[nRay][t]).

3.2.4.4. Функция расчета концентрации для отображения

Функция расчета концентрации для отображения (ComputeConcentration). Для расчёта объёма «просмотренного» пространства в слое и в луче необходимо перемножить протяжённость слоя по диапазону, дистанцию, пройденную судном (время интегрирования на скорость судна) и значение раскрытия луча посередине слоя по диапазону (ширину столбца). Полученная концентрация делится на коэффициенты Ккоп и Кузо.

3.2.4.5. Функция подготовки данных для отображения

Функция подготовки данных для отображения (DataForGist). Данная функция выполняет следующие действия:

- расчет максимальной концентрации для каждого луча и каждого слоя;
- расчет общего количество рыб для построения гистограмм силы цели;
- расчет процента заполнения квадратиков для каждого слоя и луча относительно максимального;
- расчет среднего значения концентрации для каждого слоя.

3.2.4.6. Функция добавления нового столбца

Функция добавления нового столбца (NextIndexColumn). Данная функция переносит указатель (currIndexColumn) на новый текущий столбец и обнуляет данные в массиве arrColumnForGist[currIndexColumn].

В модуле эхосчёта хранятся следующие параметры:

- количество слоев - COUNT_LAYER_IN_GIST;
- количество столбцов - COUNT_COLUMN_IN_GIST;
- количество делений в гистограмме силы цели - COUNT_DELEN_IN_TS.

Ширина столбца гистограммы задается количеством излучений.

4. Используемые технические средства программных модулей

Для выполнения программного обеспечения размерного ряда необходим компьютер со следующими минимальными системными требованиями:

- операционная система Microsoft Windows 7;
- оперативная память не менее 4 Гб;
- процессор не ниже Core i3 с тактовой частотой 2500МГц;

- видеоадаптер с аппаратным ускорителем;
- сетевой адаптер Fast Ethernet, 100 Мбит/с или Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с;
- видеомонитор с разрешением экрана не менее 1920 на 1080 точек.

5. Вызов и загрузка программных модулей

5.1. Модуль поиска локальных максимумов

Вызов алгоритма ПЛМ осуществляется вызовом следующей функции:

```
bool LocalMaximums(const float* Ampl,
                  LocalMax_t* LocalMax,
                  float* AmplitudeLocalMax,
                  const int NumSamples,
                  const int NumBeams);
```

5.2. Модуль селекции донного сигнала

Для выполнения модуля необходимо:

- инициализировать структуру параметров sds_options_t:
sds_options_t sds_options = {0.001, 7, 0.000033, 1523.78, 0.2, -55, 0.5, 50, 2, 2};
- вызвать функцию calc_sds_regims(...):
int sds = calc_sds_regims(loc_max, ugol_bortovoi_kachki, &sds_options, &Nbeam);

5.3. Модуль селекции одиночных целей

Вызов алгоритма СОЦ осуществляется вызовом следующей функции:

```
bool SingleTargetSelection(const float* Ampl,
                          const int8_t* PhaseAlpha,
                          const int8_t* PhaseBeta,
```

```
const LocalMax_t* LocalMax,  
const float* VaruCoeff,  
const SingleTargetSelectParam_t& Params,  
float* StsAmpl,  
float* StsAmpl_dB20,  
SingleTargetSelect_t* Sts);
```

5.4. Модуль эхосчёта

Для работы с классом EchoCount необходимо выполнить следующие действия:

- для каждой антенны многолучевого эхолота необходимо создать экземпляр класса EchoCount;
- для каждого слоя вызвать функцию SetLimitsLayer() с данными о слое;
- для начала подсчета облученного объема вызвать функцию StartCompute().

6. Входные данные программных модулей

6.1. Перечень входных данных модуля поиска локальных максимумов

Входными данными модуля являются:

- указатель на массив амплитуд эхосигналов после порога Ampl;
- количество отсчётов по дистанции NumSamples;
- количество лучей NumBeams.

6.2. Перечень входных данных модуля селекции донного сигнала

Входными данными модуля являются:

- массив амплитуд сырого сигнала после применения к нему ВАРУ 20lgR (amplitude_after_VARU_20lgR[]).

6.3. Перечень входных данных модуля селекции одиночных целей

Входными данными модуля являются:

- указатель на массив амплитуд эхосигналов после порога `Ampl`;
- указатель на массив фаз по продольной оси характеристики направленности `PhaseAlpha`;
- указатель на массив фаз по поперечной оси характеристики направленности `PhaseBeta`;
- указатель на массив структур локальных максимумов `LocalMax`;
- указатель на массив коэффициентов ВАРУ `40lgR VaruCoeff`;
- ссылка на структуру параметров настройки алгоритма;
- указатель на массив абсолютных значений амплитуд одиночных целей, куда будет производиться вывод `StsAmpl`;
- указатель на массив амплитуд в децибелах одиночных целей, куда будет производиться вывод `StsAmpl_dB20`;
- указатель на структуру параметров одиночных целей, куда будет производиться вывод `Sts`.

6.4. Перечень входных данных модуля эхосчёта

Входными данными модуля являются:

Данные о слоях. Данные о слое можно ввести только до вызова функции `StartCompute` (нумерация слоев начинается с 0). Необходимо использовать функцию `SetLimitsLayer(nl, top, bottom)`, ниже перечислены ее входные параметры:

- `nl` – номер слоя;
- `top` – верхняя граница слоя;
- `bottom` – нижняя граница слоя.

Данные об обнаруженных рыбах вводятся, используя функцию `AddFish(z, nRay, ts, low_level_db)`, ниже перечислены ее входные параметры:

- `z` – расстояние от рыбы до антенны;

- nRay – номер луча;
- ts – значение TS;
- low_level_db – нижняя граница TS от которой отсчитываются деления (следует отметить, что если во время расчета гистограммы изменить значение low_level_db, то расчет будет производиться не корректно).

Данные о расчете. Для ввода дополнительных параметров расчета концентрации используется функция addGistoAndNewColomn(rateInMS, Kкор, kuzo), ниже перечислены ее входные параметры:

- rateInMS – скорость судна (м/с);
- Kкор – величина коэффициента Kкоп для одного луча (для каждого луча считать отдельно);
- kuzo – величина коэффициента Кузо.

7. Выходные данные программных модулей

7.1. Перечень выходных данных модуля поиска локальных максимумов

Выходными данными модуля являются:

- массив структур параметров локальных максимумов LocalMax;
- массив амплитуд локальных максимумов AmplLocalMax;
- логическая переменная, принимающая значения true при безошибочном выполнении и false при ошибке выполнения алгоритма.

7.2. Перечень выходных данных модуля селекции донного сигнала

Выходными данными модуля являются:

- массив структур вида

```
structmultybeams_t
```

```
{
```

```
    int Sample; // номер отсчёта
```

```
float Value; // значение
};
multybeams_t multybeams[BEAMS].
```

Этот массив по каждому лучу содержит номер отсчёта, соответствующего максимуму при заданных ограничениях, и значение амплитуды максимума. Фактически эти данные представляют линию дна, которая реализуется в алгоритме исключения донного сигнала.

7.3. Перечень выходных данных модуля селекции одиночных целей

Выходными данными модуля являются:

- массив абсолютных значений амплитуд одиночных целей `StsAmpl`;
- массив амплитуд в децибелах одиночных целей `StsAmpl_dB20`;
- структура параметров одиночных целей `Sts`;
- логическая переменная, принимающая значения `true` при безошибочном выполнении и `false` при ошибке выполнения алгоритма.

7.4. Перечень выходных данных модуля эхосчёта

Выходными данными модуля являются:

- массив `Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST][COUNT_LAYER_IN_GIST]`;
- структура `GistoForDraw` со следующими полями:
 - `hintConcentration[BEAMS]` – массив с данными о концентрации рыб по каждому лучу, необходимый для вывода подсказки;
 - `isColomnOver` – принимает значение `true`, если столбец пройден и по нему нужно отображать информацию;
 - `PercentInFill[BEAMS]` – массив с данными о процентах концентрации по слоям и лучам в зависимости от

- максимальной концентрации;
- percentInRayForTS[BEAMS][COUNT_DELEN_IN_TS] – данные для построения гистограмм силы цели по каждому лучу и шкале TS (в процентах).

Информация о средней плотности по всем столбцам и среднему значению силы цели для каждого слоя и каждого луча хранится в массиве Gisto с индексом (COUNT_COLUMN_IN_GIST-1). В этом массиве столбцы уже расположены в порядке, необходимом для отображения в окне «гистограмма».

ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММЫ

1. Назначение программы

ПО размерного ряда предназначено для построения распределения (в виде гистограммы) одиночных целей по силе цели в процентном соотношении для заданного луча (или для всех лучей сразу) в пределах заданного активного слоя на заданном интервале глубин.

ПО размерного ряда состоит из следующих программных модулей:

- модуль поиска локальных максимумов;
- модуль селекции донного сигнала;
- модуль селекции одиночных целей;
- модуль эхосчёта.

Модули образуют цепочку, выходная информация предыдущего модуля является входной информацией для последующего модуля.

ПО размерного ряда получает информацию от модуля пороговой обработки и отображает выходные данные с помощью модуля пользовательского интерфейса.

1.1. Модуль поиска локальных максимумов

Модуль поиска локальных максимумов (ПЛМ) предназначен для

определения номера отсчёта и амплитуды в этом отсчёте, которая превышает амплитуду в соседних отсчётах. Локальные максимумы необходимы для работы алгоритмов селекции одиночных целей и селекции донного сигнала. Модуль ПЛМ работает параллельно во всех лучах веера, является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля пороговой обработки.

Модуль ПЛМ предназначен для:

- приёма массива амплитуд цифровых данных от модуля пороговой обработки (МПО), содержащего значения амплитуд гидроакустических сигналов по каждому лучу характеристики направленности (ХН) выше линии дна;
- приёма значения количества отсчётов в каждом луче от модуля пользовательского интерфейса (МПИ);
- приёма значения количества лучей от модуля пользовательского интерфейса (МПИ);
- поиска локальных максимумов (ПЛМ) по каждому лучу веерной характеристики направленности.

1.2. Модуль селекции донного сигнала

Модуль селекции донного сигнала (СДС), является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля ПЛМ.

Модуль СДС предназначен для:

- приема массива амплитуд сырого сигнала после применения к нему временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ);
- вычисления номера вертикального луча при заданной конфигурации антенны и полученном угле бортовой качки;
- расчета граничных условий и вычисления в вертикальном луче номера отсчёта, соответствующего дну для текущего режима СДС (А, В, С или D);
- организации смены циклов определения донного сигнала и

вычисляет номер достоверного отсчёта для вертикального луча, соответствующего дну;

- формирования линии дна по межлучевой селекции для достоверного номера отсчёта;
- реализации функции автоматической записи нарушений слежения за дном (переходы из режима С в режим D).

1.3. Модуль селекции одиночных целей

Модуль селекции одиночных целей (СОЦ) является модулем обработки гидроакустических данных, поступающих от модуля (МПО).

Модуль СОЦ предназначен для:

- приема массива амплитуд цифровых данных от МПО, содержащего значения амплитуд гидроакустических сигналов по каждому лучу ХН выше линии дна;
- приёма массива значений электрических углов по продольной и поперечной осям антенны от модуля МПО;
- приёма массива структур данных от модуля ПЛМ, содержащих значения параметров отсчётов локальных максимумов;
- приёма структуры данных от модуля МПИ, содержащей значения параметров, необходимых для правильной работы модуля СОЦ;
- приёма массива коэффициентов ВАРУ с законом затухания $40LgR$ от модуля ВАРУ (МВАРУ);
- расчёта зависимости коэффициентов компенсации амплитуды эхосигнала от фазовых углов по продольной и поперечной осям антенны;
- расчёта коэффициентов компенсации характеристики направленности антенны;
- расчёта механических значений углов по продольной и поперечной осям антенны;
- селекции одиночных целей по каждому лучу веерной

характеристики направленности.

1.4. Модуль эхосчёта

Модуль эхосчёта предназначен для расчета и отображения плотности распределения рыб и гистограмм силы цели.

Модуль эхосчёта предназначен:

- расчета облученного объема;
- расчета плотности распределения рыб в луче;
- расчета среднего значения силы цели в столбце;
- хранения данных о распределении рыб;
- расчета средней плотности по всем столбцам;
- расчета среднего значения силы цели по всем столбцам.

2. Условия применения

Условиями применения ПО размерного ряда является выполнение требований к техническим и программным средствам, а также к входной информации.

2.1. Требования к техническим средствам

Для выполнения программного обеспечения размерного ряда необходим компьютер со следующими минимальными системными требованиями:

- операционная система Microsoft Windows 7;
- оперативная память не менее 4 Гб;
- процессор не ниже Core i3 с тактовой частотой 2500МГц;
- видеоадаптер с аппаратным ускорителем;
- сетевой адаптер Fast Ethernet, 100 Мбит/с или Gigabit Ethernet, 1 Гбит/с;
- видеомонитор с разрешением экрана не менее 1920 на 1080 точек.

2.2. Требования к программным средствам

Для выполнения программного обеспечения размерного ряда необходимо установить на компьютер следующие программные компоненты:

- библиотеки Qt (QtCore, QtGui), версия 4.8.3

2.3. Требования к входной информации

На вход ПО размерного ряда должны поступать массивы амплитуд цифровых данных от модуля пороговой обработки. Эти массивы должны содержать значения амплитуд гидроакустических сигналов по каждому лучу характеристики направленности (ХН) антенны многолучевого эхолота выше линии дна.

3. Описание задачи

3.1. Построение гистограммы размерного ряда рыб в каждом луче веера в заданном диапазоне дистанций

3.1.1. Условие задачи

Имеется запись эхосигналов, сделанная на водоеме, в котором присутствуют рыбы нескольких видов. Как получить гистограмму размерного ряда рыб в каждом луче веера в заданном диапазоне дистанций?

3.1.2. Решение задачи

Включить режим отображения эхосигнала «Эхограмма».

С помощью меню оператора необходимо выбрать номер луча веера, в котором будет производиться эхосчет.

Затем, необходимо указать, что расчет будет производиться в луче с помощью установки селектора режима «Слой → В луче».

Значения ближней и дальней от антенны границы активного слоя задаются в полях «Старт» и «Стоп». По умолчанию значения этих границ:

- старт: дистанция, соответствующая количеству отсчётов заданной длительности зондирующего импульса;

– стоп: дистанция, соответствующая половине заданного диапазона дальности.

Настроить отображение гистограммы, задавая максимальный процент, отображаемый по вертикальной оси, минимальное и максимальное значения силы цели, отображаемые по горизонтальной оси. Выбирая цветовую палитру можно задать «разрешение» гистограммы, т.е. шаг по горизонтальной оси, с помощью селектора «Вид → Шкала цветов → 40lgR».

Задать тип и величину интервала расчета с помощью меню настроек «Интервал расчета», как показано на рисунке А.9.

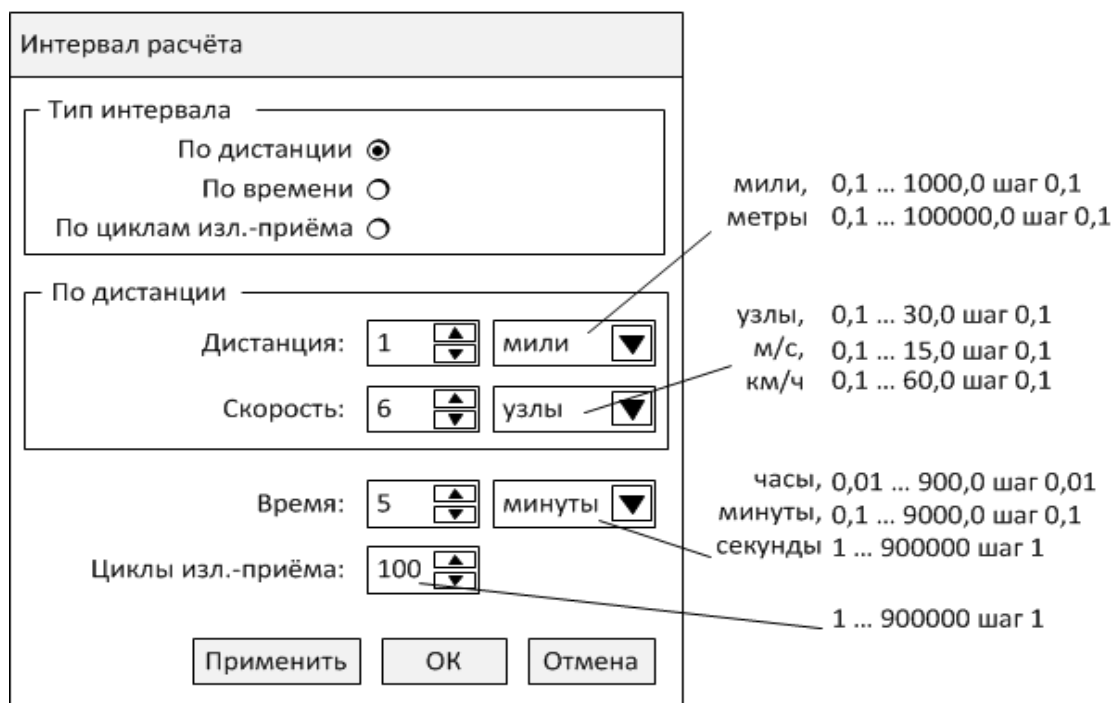


Рисунок А.9 - Меню настроек «Интервал расчета»

Запустить расчет, нажав на кнопку «Серия непрерывных зондирований».

В результате на гистограмме должно отображаться распределение одиночных целей по силе цели в процентном соотношении для заданного активного слоя заданного луча в заданном интервале расчёта, как показано на рисунке А.10.

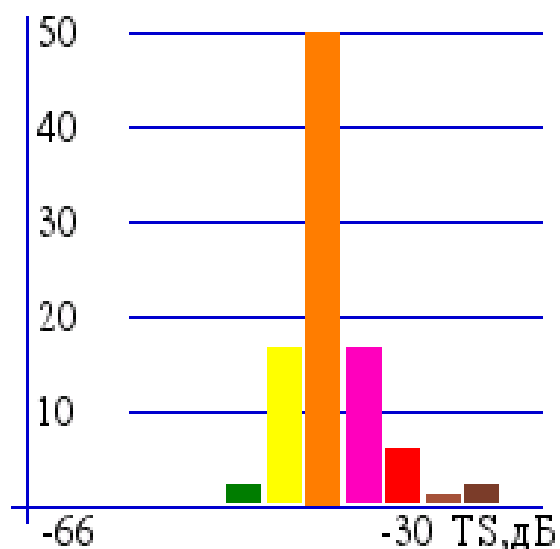


Рисунок А.10 - Результирующая гистограмма для заданного луча

Гистограмма имеет один явный пик, свидетельствующий о том, что в луч попали рыбы преимущественно одного вида из-за узкой полосы обзора одного луча.

Для получения гистограммы распределения рыб в другом луче, необходимо выбрать номер другого луча и повторить описанную выше процедуру заново.

3.2. Построение гистограммы размерного ряда рыб в веере лучей в заданном диапазоне дистанций

3.2.1. Условие задачи

Имеется запись эхосигналов, сделанная на водоеме, в котором присутствуют рыбы нескольких видов. Как получить гистограмму размерного ряда рыб во всех лучах веера в заданном диапазоне дистанций?

3.2.2. Решение задачи

Включить режим отображения эхосигнала «Эхограмма».

Затем, необходимо указать, что расчет будет производиться в веере лучей с помощью установки селектора режима «Слой → В веере».

Значения ближней и дальней от антенны границы активного слоя

задаются в полях «**Старт**» и «**Стоп**». По умолчанию значения этих границ:

- старт: дистанция, соответствующая количеству отсчётов заданной длительности зондирующего импульса;
- стоп: дистанция, соответствующая половине заданного диапазона дальности.

Настроить отображение гистограммы, задавая максимальный процент, отображаемый по вертикальной оси, минимальное и максимальное значения силы цели, отображаемые по горизонтальной оси. Выбирая цветовую палитру можно задать «разрешение» гистограммы, т.е. шаг по горизонтальной оси, с помощью селектора «**Вид** → **Шкала цветов** → **40lgR**».

Задать тип и величину интервала расчета с помощью меню настроек «**Интервал расчета**», как показано на рисунке А.9.

Запустить расчет, нажав на кнопку «**Серия непрерывных зондирований**».

В результате на гистограмме должно отобразиться распределение одиночных целей по силе цели в процентном соотношении для заданного активного слоя в веере лучей в заданном интервале расчёта, как показано на рисунке А.11.

Гистограмма имеет три явных пика, свидетельствующие о том, что в веер лучей попали рыбы трех видов, различных по своей силе цели, из-за широкой полосы обзора веера лучей многолучевого эхолота.

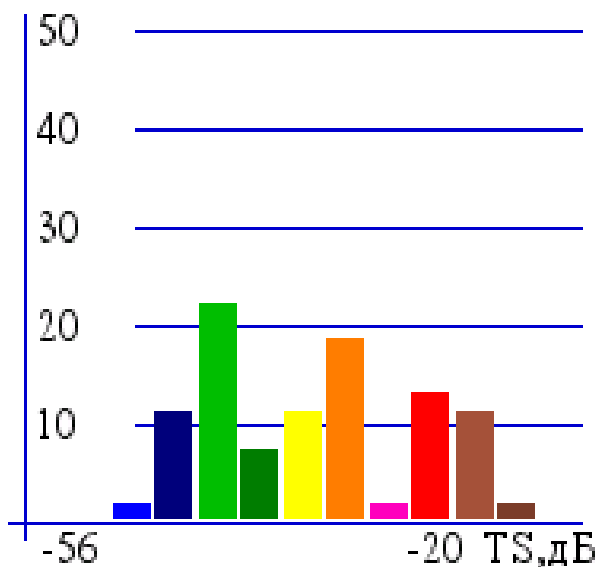


Рисунок А.11 - Результирующая гистограмма для заданного луча

Сравнивая гистограмму распределения рыб, полученную в веере лучей, с гистограммой, полученной в одном луче, виден выигрыш в применении многолучевого эхолота, т.к. он дает более реальную картину распределения рыб по силе цели в обследуемом водоеме.

4. Вызов и загрузка

4.1. Модуль поиска локальных максимумов

Вызов алгоритма ПЛМ осуществляется вызовом следующей функции:

```
bool LocalMaximums(const float* Ampl,
    LocalMax_t* LocalMax,
    float* AmplLocalMax,
    const int NumSamples,
    const int NumBeams);
```

4.2. Модуль селекции донного сигнала

Для выполнения модуля необходимо:

- инициализировать структуру параметров `sds_options_t`:

```
sds_options_t sds_options = {0.001, 7, 0.000033, 1523.78, 0.2, -55, 0.5, 50,
```

2, 2};

– вызвать функцию `calc_sds_regims(...)`:

```
int sds = calc_sds_regims(loc_max, ugol_bortovoi_kachki, &sds_options,  
&Nbeam);
```

4.3. Модуль селекции одиночных целей

Вызов алгоритма СОЦ осуществляется вызовом следующей функции:

```
bool SingleTargetSelection(const float* Ampl,  
                           const int8_t* PhaseAlpha,  
                           const int8_t* PhaseBeta,  
                           const LocalMax_t* LocalMax,  
                           const float* VaruCoeff,  
                           const SingleTargetSelectParam_t& Params,  
                           float* StsAmpl,  
                           float* StsAmpl_dB20,  
                           SingleTargetSelect_t* Sts);
```

4.4. Модуль эхосчёта

Для работы с классом `EchoCount` необходимо выполнить следующие действия:

- для каждой антенны многолучевого эхолота необходимо создать экземпляр класса `EchoCount`;
- для каждого слоя вызвать функцию `SetLimitsLayer()` с данными о слое;
- для начала подсчета облученного объема вызвать функцию `StartCompute()`.

5. Входные и выходные данные

5.1. Модуль поиска локальных максимумов

Входными данными модуля являются:

- указатель на массив амплитуд эхосигналов после порога `Ampl`;
- количество отсчётов по дистанции `NumSamples`;
- количество лучей `NumBeams`.

Выходными данными модуля являются:

- массив структур параметров локальных максимумов `LocalMax`;
- массив амплитуд локальных максимумов `AmplLocalMax`;
- логическая переменная, принимающая значения `true` при безошибочном выполнении и `false` при ошибке выполнения алгоритма.

5.2. Модуль селекции донного сигнала

Входными данными модуля являются:

- массив амплитуд сырого сигнала после применения к нему `VARU_20lgR` (`amplitude_after_VARU_20lgR[]`).

Выходными данными модуля являются:

- массив структур вида
`structmultybeams_t`
{
 `int Sample;` // номер отсчёта
 `float Value;` // значение
};
`multybeams_t multybeams[BEAMS]`.

Этот массив по каждому лучу содержит номер отсчёта, соответствующего максимуму при заданных ограничениях, и значение амплитуды максимума. Фактически эти данные представляют линию дна,

которая реализуется в алгоритме исключения донного сигнала.

5.3. Модуль селекции одиночных целей

Входными данными модуля являются:

- указатель на массив амплитуд эхосигналов после порога `Ampl`;
- указатель на массив фаз по продольной оси характеристики направленности `PhaseAlpha`;
- указатель на массив фаз по поперечной оси характеристики направленности `PhaseBeta`;
- указатель на массив структур локальных максимумов `LocalMax`;
- указатель на массив коэффициентов ВАРУ `40lgR VaruCoeff`;
- ссылка на структуру параметров настройки алгоритма;
- указатель на массив абсолютных значений амплитуд одиночных целей, куда будет производиться вывод `StsAmpl`;
- указатель на массив амплитуд в децибелах одиночных целей, куда будет производиться вывод `StsAmpl_dB20`;
- указатель на структуру параметров одиночных целей, куда будет производиться вывод `Sts`.

Выходными данными модуля являются:

- массив абсолютных значений амплитуд одиночных целей `StsAmpl`;
- массив амплитуд в децибелах одиночных целей `StsAmpl_dB20`;
- структура параметров одиночных целей `Sts`;
- логическая переменная, принимающая значения `true` при безошибочном выполнении и `false` при ошибке выполнения алгоритма.

5.4. Модуль эхосчёта

Входными данными модуля являются:

Данные о слоях. Данные о слое можно ввести только до вызова

функции `StartCompute` (нумерация слоев начинается с 0). Необходимо использовать функцию `SetLimitsLayer(nl, top, bottom)`, ниже перечислены ее входные параметры:

- `nl` – номер слоя;
- `top` – верхняя граница слоя;
- `bottom` – нижняя граница слоя.

Данные об обнаруженных рыбах вводятся, используя функцию `AddFish(z, nRay, ts, low_level_db)`, ниже перечислены ее входные параметры:

- `z` – расстояние от рыбы до антенны;
- `nRay` – номер луча;
- `ts` – значение TS;
- `low_level_db` – нижняя граница TS от которой отсчитываются деления (следует отметить, что если во время расчета гистограммы изменить значение `low_level_db`, то расчет будет производиться не корректно).

Данные о расчете. Для ввода дополнительных параметров расчета концентрации используется функция `addGistoAndNewColomn(rateInMS, Kkop, kuzo)`, ниже перечислены ее входные параметры:

- `rateInMS` – скорость судна (м/с);
- `Kkop` – величина коэффициента K_{kop} для одного луча (для каждого луча считать отдельно);
- `kuzo` – величина коэффициента $K_{узо}$.

Выходными данными модуля являются:

- массив
`Gisto[COUNT_COLUMN_IN_GIST][COUNT_LAYER_IN_GIST];`
- структура `GistoForDraw` со следующими полями:
 - `hintConcentration[BEAMS]` – массив с данными о концентрации рыб по каждому лучу, необходимый для вывода подсказки;

- `isColomnOver` – принимает значение `true`, если столбец пройден и по нему нужно отображать информацию;
- `PercentInFill[BEAMS]` – массив с данными о процентах концентрации по слоям и лучам в зависимости от максимальной концентрации;
- `percentInRayForTS[BEAMS][COUNT_DELEN_IN_TS]` – данные для построения гистограмм силы цели по каждому лучу и шкале TS (в процентах).

Информация о средней плотности по всем столбцам и среднему значению силы цели для каждого слоя и каждого луча хранится в массиве `Gisto` с индексом `(COUNT_COLUMN_IN_GIST-1)`. В этом массиве столбцы уже расположены в порядке, необходимом для отображения в окне «гистограмма».

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ОТЧЕТ О ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной
работе и инновациям
д.ф.м.н. Ашурбеков Н.А.



« 7 » 04 2015 г.

ОТЧЕТ

о дополнительных патентных исследованиях по теме:

«Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях»

Этап № 2 «Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач»

Соглашение № 14.574.21.0109 от 20 октября 2014 г.

Руководитель НИР

Рабаданов М.Х.

Начальник УИСИД

Мугутдинова Х.М.

Махачкала 2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы:
профессор, д.ф-м.н.,



Рабаданов М.Х.

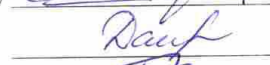
Исполнители:

с.н.с.



Гаджиев А.А.

с.н.с.



Даудова М.Г.

с.н.с.



Теймуров А.А.

м.н.с



Курамагомедов Б.М.

Начальник УИСИД



Мугутдинова Х.М.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Список сокращений, условных обозначений символов, единиц, терминов	537
2. Общие данные об объекте исследования	538
3. Основная часть	540
3.1 Анализ современной рыбопоисковой аппаратуры	540
3.2 Неинвазивная оценка благополучия популяций	543
4. Заключение	543
5. Приложение Б.1	545
6. Приложение Б.2	547
7. Приложение Б.3	550
8. Приложение Б.4	558

1. СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ, УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ СИМВОЛОВ, ЕДИНИЦ, ТЕРМИНОВ

Термины и сокращения	Полное название
ВАРУ	Временная автоматическая регулировка сигнала
ГЛ	Гидролокатор
ЭЛ	Эхолоты
ЖКИ	Жидкокристаллический индикатор
МКИ	Международная классификация изобретений
МПК	Международная патентная классификация
НИР и ОКР	Научно-исследовательские, опытно-конструкторские, проектно-конструкторские, проектные, изыскательские, технологические работы
НИС	Навигационно-информационная система
НКИ	Национальная классификация изобретений
НТИ	Научно-техническая информация
ПИ	Патентные исследования
ПМ	Полезная модель
ПТ	Патент
РПА	Рыбопоисковая аппаратура
РПК	Рыбопромысловый комплекс
УДК	Универсальная десятичная классификация
САТЛ	Система автоматизированного тралового лова рыбы
СМТК	Стандартная международная торговая классификация ООН
ЭКНИС	Электронная картографическая навигационно-информационная система
СА	Канада
DE	Германия
FR	Франция
DK	Дания
NZ	Новая Зеландия
EP	Европейская заявка (патент)
AU	Австралия
GB	Великобритания
JP	Япония
NO	Норвегия
RU	Россия
US	Америка (США)
WO	Всемирная заявка (патент)
CN	Китай

2. ОБЩИЕ ДАННЫЕ ОБ ОБЪЕКТЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исполнитель НИР: ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»

Начало работы: 01.01.2015

Конец работы: 30.06.2015

Назначение, область применения, краткое описание проекта

Дополнительные патентные исследования проведены на основе Технического задания по теме «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях» в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 на поиск патентных изобретений в области:

1. современной рыбопоисковой аппаратуры (научные многолучевые эхолоты и гидролокаторы, эхолоты и гидролокаторы, а также эхолоты и гидролокаторы для поштучного подсчёта рыб и компьютерные программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов);

2. валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций

В настоящее время во многих странах, в том числе и в России, наряду с традиционными океаническими методами лова рыбы происходит интенсивное развитие рыбозаведения с последующим ловом рыба в ограждённых районах прибрежных морских зон рыболовства и во внутренних водоёмах. Это связано с уменьшением рыбных запасов в традиционных районах лова, введением квот на вылов, а также позволяет значительно снизить затраты на единицу произведённой продукции.

Так, в приказе Минсельхоза РФ от 31 марта 2011 г. № 86 «Об утверждении отраслевой программы «Разведение одомашненных видов и пород рыб (развитие сельскохозяйственного рыбоводства) в Российской Федерации на 2011-2013 годы» планируется увеличить производство товарной рыбы с 106,4

тыс. тонн в 2010 году до 153 тыс. тонн в 2013 году, производство рыбопосадочного материала с 27,8 тыс. тонн в 2010 году до 39,6 тыс. тонн в 2013 году. Объем финансирования на реализацию этой программы на период 2011 - 2013 годы составляет 1755,0 млн. рублей за счет собственных средств и других источников.

Естественно, что квалифицированное выполнение данной программы, и других аналогичных программ по рыборазведению и рыболовству во внутренних водоёмах невозможно без использования современных средств наблюдения и контроля за процессами развития рыбы, её подсчёта, определения гидрологического состояния водоёмов, в которых происходит нагул рыбы. Для этих целей в настоящее время широко используют различные виды гидроакустической аппаратуры: эхолоты, гидролокаторы, рыбосчётные системы. Однако следует отметить, что данная аппаратура применительно для её использования в ограждённых районах прибрежных морских зон рыболовства и во внутренних водоёмах, имеющих как правило, малые глубины и небольшие поперечные размеры, имеет свои особенности, которые в имеющихся образцах учтены не в полной мере. Поэтому необходима разработка специализированных гидроакустических систем как исследовательских, так и промысловых, адаптированных для данных целей. При этом следует учитывать и использовать имеющиеся в различных странах передовые наработки по различным видам гидроакустической аппаратуры.

Сохранение биоразнообразия является одним из основных вопросов современной биологии (Павлов и др., 2009; Sutherlandetal., 2013). Задача сохранения животных в природе требует глубоких теоретических знаний об объекте исследований. В первую очередь – выявления факторов, критических для существования популяции. Особенно это важно для редких малочисленных видов, подвидов и популяций.

В связи с этим неинвазивное оценка благополучия популяций у животных в природе приобретает всё большее значение, однако используется оно главным образом для оценки влияния отдельных биотических и

антропогенных факторов.

В данном отчёте приведён обзор патентных и других информативных источников по гидроакустическим системам, с целью определения передового состояния техники в данном направлении, которое будет учтено при разработке научных многолучевых эхолотов и гидролокаторов для поштучного подсчёта рыб и определения видового состава рыбного населения, а также информация о патентных поисках по методам неинвазивной оценки благополучия популяций животных.

3. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Дополнительный патентный поиск выполнен согласно Регламенту поиска №1 (Приложение Б.2) по нескольким направлениям, для каждой из которых найдены более 15 патентных изобретений и заявок на изобретения, соответствующих предмету исследования или наиболее близки к нему. Результаты поиска оформлены в виде отчета о поиске по формам приложений Б.1, Б.2, Б.3, Б.4 в соответствии с требованиями ГОСТ Р 15.011-96.

3.1 Анализ современной рыбопоисковой аппаратуры

Поиск по предмету «Современная рыбопоисковая аппаратура (научные многолучевые эхолоты и гидролокаторы для поштучного подсчёта рыб, а также компьютерные программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов)» позволяет сделать следующие выводы:

Основное назначение исследовательской гидроакустической аппаратуры – это обеспечение судоводителя информацией о наличии рыбных скоплений (как в толще воды, так и вблизи дна), оценке их параметров, подсчёт отдельных рыб, а также информацией о гидрологии и других характеристик исследуемого водоёма.

В соответствии с общепринятой классификацией рыбопоисковая гидроакустическая аппаратура, использующая активный способ локации, подразделяется на следующие основные виды:

- рыбопоисковые эхолоты, обеспечивающие поиск рыбных скоплений и

получение гидроакустической информации с вертикального направления под килем судна или из вертикального сектора ориентированного поперек судна;

-рыбопоисковые гидролокаторы, обеспечивающие поиск рыбных скоплений и получение гидроакустической информации в любом или в большинстве направлений нижней полусферы под судном.

Большинство запатентованных изобретений по этой части являются действующими, но имеют различный технологический уровень. Ведущими фирмами-разработчиками гидроакустических рыбопоисковых систем в России являются:

9. Федеральное Государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт «Морфизприбор» (концерн «Океанприбор»);

10. ОАО «Таганрогский завод «Прибой»;

11. ООО Конструкторское бюро морской электроники «Вектор», г. Таганрог;

12. ООО «Экран», г. Жуковский.

13. Таганрогский радиотехнический университет (Технологический институт Южного федерального университета в г. Таганроге);

14. Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии;

15. Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральное морское конструкторское бюро «Алмаз»;

16. ЗАО "НТП "РЕАКОНТ"

Основными фирмами – производителями гидроакустических систем рыболовства и навигации являются: HITACHI LTD, NIPPONELECTRICCO (JP), FURUNOELECTRICCO (JP), WESTINGHOUSEELECTRICCORP (US), STNATLASELEKTRONIKGMBH (DE), THOMSONCSF (FR), THOMSONMARCONISONARSAS (FR), SIMRAD (NO), концерн «Океанприбор», Таганрогский завод «Прибой».

На современном уровне необходимо объединять элементы

гидроакустической рыбопоисковой аппаратуры с другими информационными системами позволяющими выполнять задачи определения состояние контролируемого водного бассейна, параметров рыбных скоплений, характеристики отдельных рыб, их подсчёт, и другие.

Очевидно, что разрабатываемая гидроакустическая аппаратура должна отвечать следующим требованиям:

- *Выполнять лоцирование в условиях мелководья со значительными перепадами глубин, градиентов температур, наличием взвешенных частиц;*
- *Определять гидрологическую обстановку в районе нахождения судна (измерять скорость и направление движения судна, скорости течений, ветра, температуру, солёность и другие параметры воды);*
- *Определять плотность рыбных скоплений, размер и видовой состав рыб, выполнять её численный подсчёт;*
- *Предусматривать запись и хранение текущей информации с возможностью её последующего просмотра и анализа;*
- *Иметь модульную конструкцию на аппаратурном и программном уровнях, позволяющую в последующем легко модернизировать разработанную систему, адаптировать к различным условиям эксплуатации, дополнять новыми более совершенными блоками и программными продуктами;*
- *Обеспечивать построение объёмной 3D картины донной поверхности района исследований с нанесением на ней точных положений рыбных скоплений и судна путём обработки информации от эхолота, гидролокатора, системы позиционирования и базы данных электронных карт;*
- *Обеспечивать удобное архивирование данных получаемых от разных систем с привязкой ко времени и координатам, с возможностью их полного представления и в различных сочетаниях, последующего анализа с использованием, как стандартных программных пакетов, так и специализированных программ.*
- *Позволять определять видовой состав рыбного населения внутренних водоемов.*

При разработке аппаратуры и программного обеспечения, очевидно, следует обратить внимание на последние достижения, используемые в аналогичных системах, в частности: специализированная цифровая обработка эхо-сигналов, мультипликативные способы формирования необходимой диаграммы направленности приёмных акустических антенн, использование высших гармоник зондирующих сигналов и другие.

3.2 Неинвазивная оценка благополучия популяций

Патентные исследования по блоку «Валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций» развиваются активно, что говорит об актуальности данного направления. Из проведенного патентного поиска выявлен ведущий институт в области валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций: Государственное научное учреждение (ГНУ) Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИГИС). А также подобные исследования проводят в Институте медицинской паразитологии и тропической медицины им. Е.И. Марциновского.

Поиск, изучение соответствия завершенных патентных исследований заданию на их проведение, достоверности их результатов, степени решения поставленных перед патентными исследованиями задач позволяет определить тенденции развития объекта исследования. Более того обосновывает необходимость проведения патентных исследований.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дополнительные патентные исследования основывались на положениях ГОСТ Р 15.011-96, что полностью соответствует заданию на их проведение.

Регламент поиска по заданной проблеме выполнен в полном объеме и без пробелов. В результате поиска обработано для последующего анализа ряд документов и научных публикаций, релевантных предмету и цели поиска. Полный перечень найденных патентных источников, которые могут считаться в некоторой степени близкими по технической сущности к теме НИР, приведены

в таблице Б.1 – «Патентная документация»

Проведенные дополнительные патентные исследования показали (Приложения Б.1, Б.2, Б.3, Б.4), что прикладные исследования в данном направлении ориентированы на разработку:

- методов и приборов гидроакустической съемки внутренних водоемов различного типа с целью оценки численности рыб, а также определения их видового состава;
- разработки способов окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза при валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяции животных.

Анализ отечественной патентной информации полученной в результате дополнительных патентных исследований показал, что проблема разработки методов и приборов гидроакустической съемки внутренних водоемов различного типа с целью оценки численности рыб, а также определения их видового состава является актуальной.

При анализе выявленных документов патентной информации с названием изобретения «Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза», разрабатываемого в рамках проекта, на этапе планирования полных аналогов не выявлено.

Планируемая заявка охраноспособна. Обладает новизной и отсутствием дублирования.

Начальник УИСИД

Руководитель НИР

Мугутдинова Х.М.

Рабаданов М.Х.

Приложение Б.1

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной
работе и инновациям
д.ф.м.н. Н.А. Ашурбеков

2015 г.



ЗАДАНИЕ

на проведение патентных исследований

Наименование темы: «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях»

Шифр темы: 2014-14-576-0154-024

Задачи патентных исследований: Дополнительные патентные поиски. Отбор наиболее значимых изобретений из числа запатентованных в России.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Вид патентных исследований	Подразделения-исполнители (соисполнители)	Ответственные исполнители (Ф.И.О.)	Сроки выполнения патентных исследований. Начало. Окончание	Отчетные документы
1	2	3	4	5
Отбор наиболее значимых изобретений из числа запатентованных в России	Управление интеллектуальной собственности и инновационной деятельности ДГУ	Мугутдинова Х.М.	01.01.2015-30.06.2015	Отчет о дополнительных патентных исследованиях Приложение Б.1: задание на проведение патентных исследований Приложение Б.2: регламент поиска. Приложение Б.3: отчет о поиске Приложение Б.4: аннотации изобретений

Руководитель подразделения-исполнителя работ

« 7 » 07 2015 г.



Ашурбеков Н.А.

Начальник УИСИД

« 7 » 07 2015 г.



Мугутдинова Х.М.

РЕГЛАМЕНТ ПОИСКА № 1

«_07___»_07_____2015 г.

Наименование темы: «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях»

Шифр темы: 2014-14-576-0154-024

Цель поиска информации Определение мирового уровня техники по разрабатываемой системе и по её отдельным компонентам, прогнозирование и текущее планирование направлений исследований для создания многолучевых эхолотов (ЭЛ) и гидролокаторов (ГЛ), гидроакустического метода для научного портативного многолучевого гидролокатора секторного обзора для подсчёта рыб, а также для создания компьютерной программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов. Обоснование форм реализации разрабатываемого программного и аппаратного продукта. Использование опыта и знаний сторонних организаций и фирм; технико-экономический анализ и обоснование выбора решений из числа известных объектов промышленной собственности, отвечающих требованиям создания разрабатываемых объектов. Поиск опубликованных патентов для выявления фирм-производителей, аналогов и прототипов разрабатываемых объектов. Подтверждение наличия признаков патентоспособности у заявляемого технического решения

Обоснование регламента поиска: Регламент поиска по теме НИР составлен на основании изучения Задания на выполнение НИР согласно Соглашение о предоставлении субсидии № 14.574.21.0109 от 20.10.2014 . Регламент поиска включает в себя патентные исследования по указанным рубрикам МПК с глубиной поиска 20 лет, что является достаточным при проведении патентных исследований.

Начало поиска 01.01.2015 г.**Окончание поиска** 30.06.2015 г.

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна поиска	Патентные		Ретропесктивность	Наименование информационной базы (фонда)
		Наименование	Классификационные рубрики МПК (МКИ), МКПО, НКИ и другие		
1	2	3	4	5	6
Современная рыбопоисковая аппаратура (научные многолучевые эхолоты и гидролокаторы, эхолоты и гидролокаторы, а также эхолоты и гидролокаторы для поштучного подсчёта рыб и компьютерные программы для определения видового состава рыбного населения внутренних водоемов)	Россия	Роспатент	МПК A01K61/00 B63C11/48 B63G8/39 B63B22/06 G01N29/34 G01N29/36 G01N29/38 G01N29/40 G01N29/48 G01S3/50 G01S15/00 G01S15/96 G06T17/00 G06T15/00	1995-2015 (20 лет)	БД Роспатента http://www.fips.ru/
Валидации методик неинвазивной оценки благополучия популяций			МПК A61P37/00 A61L2/00 A61K9/127 A61K49/18		

			A61K49/06 A61K39/395 A61K39/39 A61K39/00 A61K35/00 A61K31/41 A61K31/00 A61B10/02 A23B4/06 A01K67/02 A01K61/00 G12Q1/00 G01N33/531 G01N33/493		
--	--	--	---	--	--

Руководитель подразделения-
исполнителя работ
« 7 » 07 2015 г.

Ашурбеков Н.А.

Начальник УИСИД
« 7 » 07 2015 г.

Мугутдинова Х.М.

ОТЧЕТ О ПОИСКЕ

Поиск проведен в соответствии с заданием от 20.10.2014 г. по теме: «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях».

Этап №2 Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач.

Начало поиска 01.01.2015 г. **Окончание поиска** 30.06.2015 г.

Сведения о выполнении регламента: Поиск выполнен на глубину 20 лет по патентной базе Роспатента. Регламент выполнен в полном объеме.

Материалы, отобранные для последующего анализа:

Таблица Б.1. Патентная документация

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Страна выдачи, вид и номер охранного документа. Классификационный индекс	Заявитель (патентообладатель), страна. Номер заявки, дата приоритета, дата публикации	Название изобретения (полезной модели, промышленного образца)	Сведения о действии охранного документа или причина его аннулирован ия (только для анализа патентной чистоты)
1	2	3	4	5
СОВРЕМЕННАЯ РЫБОПОИСКОВАЯ АППАРАТУРА (НАУЧНЫЕ МНОГОЛУЧЕВЫЕ	РФ, патент №2134432 МПК G01S015/00, G01S3/86	Государственное предприятие конструкторское бюро «СПЕЦВУЗАВТОМАТИКА», №97116972/09, 16.10.1997 Опубликовано: 10.08.1999	Способ акустического мониторинга изменчивости параметров морских акваторий	Прекратил действие

ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ, ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ, А ТАКЖЕ ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ ДЛЯ ПОШТУЧНОГО ПОДСЧЁТА РЫБ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ)	РФ, заявка на изобретение №2012119438 МПК G01V1/38	ФБГУ «Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук» (RU), №2012119438/28 11.05.2012 Опубликовано: 20.11.2013	Автономный комплекс сейсмоакустического и гидрофизического мониторинга морских акваторий	Экспертиза завершена
	РФ, заявка на изобретение № 2014115130 МПК G01V11/00 G01N33/00	Общество с ограниченной ответственностью «Ситекрим» (RU), № 2014115130/28, 15.04.2014 Опубликовано: 10.08.2014	Мобильная система комплексного мониторинга акваторий и способ мониторинга акваторий	Экспертиза по существу
	РФ, заявка на изобретение № 2007102028 МПК G01S3/80	Федеральное государственное унитарное предприятие Московское Орденов Октябрьской революции и Трудового Красного Знамени Конструкторское бюро «Электрон» (RU), № 2007102028/28 20.07.2007 Опубликовано: 27.01.2009	Гидродинамический способ контроля внутренних водоемов морских акваторий	Экспертиза завершена
	РФ, патент №2477498 МПК G01V1/00 G01S15/88	Учреждение Российской академии наук Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН (RU), № 2011148208/28 25.11.2011 Опубликовано: 10.03.2013	Метод мониторинга вертикального распределения скорости звука в условиях мелководных акваторий	Действует
	РФ, патент № 2096247 МПК B63B22/06	Центральный научно-исследовательский институт «Гидроприбор» (RU), № 94017168/11 10.05.1994	Автономная позиционная станция для зондирования водной среды по глубине, способ определения параметров водной среды этой	Прекратил действие

		Опубликовано: 20.11.1997	станцией и способ передачи ею измеренных параметров	
	РФ, патент №2010456 МПК H04R1/44	Научно-производственное объединение «Всесоюзный научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» » (RU), № 5059552/10 25.03.1992 Опубликовано: 30.03.1994	Способ измерения уровня звукового давления гидроакустического источника в естественном водоеме и излучатель опорных сигналов для его осуществления	Прекратил действие
	РФ, заявка на изобретение № 2010148968 МПК G01S15/00	Смолин Владимир Максимович (RU), № 2010148968/28 30.11.2010 Опубликовано: 10.06.2013	Способ съемки рельефа дна акватории с движущегося судна многолучевым эхолотом с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна и многолучевой эхолот с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна акватории для его осуществления	Экспертиза завершена
	РФ, заявка на изобретение № 2271552 МПК G01S1/00	ФГУП Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП ПИНРО) (RU), № 2004113309/09 29.04.2004 Опубликовано: 10.03.2006	Гидроакустический способ определения размерного состава рыб в скоплениях в естественной среде обитания	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 96102697 МПК G01S15/96	ФГУП Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП ПИНРО) (RU),	Способ и устройства определения плотности концентрации рыб	Действует

		№ 96102697/09 26.01.1996 Опубликовано: 20.03.1998		
	РФ, заявка на изобретение № 2424151 МПК G01S15/96	ФГУП "ВНИИФТРИ" (RU), № 2010122817/11, 07.06.2010 Опубликовано: 20.07.2011	Носитель аппаратуры измерительного гидроакустического комплекса	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2393503 МПК G01S15/00	ОАО "Концерн "Океанприбор" № 2009118035/28, 12.05.2009 Опубликовано: 27.06.2010	Система активной гидролокации гидроакустической станции	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2205425 МПК G01S15/96	Бахарев С.А. № 2002102516/09 28.01.2002 Опубликовано 27.05.2003	Способ обнаружения скоплений рыб с газовыми пузырями	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2291615 МПК A01K61/00	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии № 2005112848/12, 28.04.2005 Опубликовано: 20.01.2007	Способ акустического учета рыб в потоке воды	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2207590 МПК G01S15/96	Бахарев С.А. № 2002102036/09 21.01.2002 Опубликовано: 27.06. 2003.	Способ искажения гидроакустического поля рыбопромыслового судна	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 93003896 МПК A01G15/00 A01G23/00	Русских Н.И. № 93003896/15 25.01.1993 Опубликовано: 20.02.1997	Способ улучшения среды обитания растительных и животных сообществ	Состояние делопроизводства: нет данных
ВАЛИДИЗАЦИЯ	РФ, патент № 2270562	Новосибирский государственный	Способ сохранения редких и	Действует

МЕТОДИК НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОПОЛУЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ	МПК A01K67/02	университет (RU), № 2004113866/13, 05.05.2004 Опубликовано: 27.02.2006	исчезающих пород животных	
	РФ, заявка на изобретение № 2010122616 МПК G12Q1/00	Мартыненко Дмитрий Леонидович (UA), Мальничук Сергей Дмитриевич (UA), Небещук Александр Дмитриевич (UA), Олифиренко Виталий Виталиевич (UA), Рибальченко Дмитрий Юриевич (UA), Спиридонов Владислав Геннадиевич (UA), Чумак Ростислав Максимович (UA), № 2010122616/10 02.06.2010 Опубликовано: 10.12.2011	Способ выявления личинок гельминтов в мышцах животных, пресноводной и морской рыбы	Экспертиза завершена
	РФ, заявка на изобретение № 96108983 МПК G01N33/493	Колосовский Э.Д., Коровкин К.Ф., Королева Е. М. (RU), № 96108983/14 08.05.1996 Опубликовано: 10.05.1998	Способ диагностики гельминтоза	Состояние делопроизводс тва: нет данных
	РФ, заявка на изобретение № 2489026 МПК A23B4/06 A61L2/00	Государственное научное учреждение (ГНУ) Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИГИС) (RU), № 2012108051/13, 05.03.2012 Опубликовано: 10.08.2013	Способ обезвреживания личинок трихинелл методом замораживания в тушках некоторых пушных зверей	Прекратил действие
	РФ, заявка на	Федеральное государственное	Способ диагностики	Прекратил

	изобретение № 2363155 МПК А01К61/00	образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кубанский государственный аграрный университет" (RU), № 2008102949/13, 25.01.2008 Опубликовано: 10.08.2009	микроспоридий у рыб	действие
	РФ, заявка на изобретение № 2348427 МПК А61К39/39	Государственное научное учреждение (ГНУ) Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИГИС) (RU), № 2007106760/13, 26.02.2007 Опубликовано: 10.03.2009	Адьювантная композиция для инъекционных вакцин против тканевых гельминтозов	Прекратил действие
	РФ, заявка на изобретение № 2219551 МПК G01N33/531, А61К39/00	Всероссийский научно- исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (RU), № 2002115892/13, 17.06.2002 Опубликовано: 20.12.2003	Способ получения диагностического антигена цестод	Прекратил действие
	РФ, заявка на изобретение № 2287342 МПК А61К39/00	Всероссийский научно- исследовательский институт гельминтологии имени К.И. Скрябина (ВИГИС) (RU), № 2005105086/13, 25.02.2005 Опубликовано: 20.11.2006	Способ получения иммуногенного антигена <i>Trichinella spiralis</i>	Прекратил действие
	РФ, заявка на изобретение № 2546535 МПК А61К31/00	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук (ИХТТМ СО РАН) (RU),	Противопаразитарное средство на основе альбендазола и способ его использования для лечения гельминтозов млекопитающих	Действует

		№ 2014114090/15, 09.04.2014 Опубликовано: 10.04.2015		
	РФ, заявка на изобретение № МПК А61К49/06 А61К49/18 А61К9/127	КОНИНКЛЕЙКЕ ФИЛИПС ЭЛЕКТРОНИКС Н.В. (NL), № 2011113982/15, 03.09.2009 Опубликовано: 10.09.2014	Носитель лекарственного средства, обеспечивающий контрастное усиление при МРТ	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2119334 МПК А61К31/14 А61К31/343 А61К31/351	Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии имени К.И.Скрябина(RU), № 2013102568/15, 22.01.2013 Опубликовано: 27.06.2014	Антгельминтное средство	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2186360 МПК G01N1/28, G01N33/483	Чернышева Елена Сергеевна (RU), № 2000127762/14, 04.11.2000 Опубликовано: 27.07.2002	Метод диагностики глистной инвазии по гистологическим препаратам кала или мокроты и способ приготовления этих препаратов	Действует
	РФ, заявка на изобретение № 2201591 МПК G01N33/12	Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина, Научно-исследовательский институт сельскохозяйственного приборостроения "Агроприбор" (RU), № 2001104494/13, 20.02.2001 Опубликовано: 27.03.2003	Устройство для трихинеллоскопии в полевых условиях	Прекратил действие
	РФ, заявка на изобретение №	Бритов Василий Александрович (RU),	Способ получения вакцины на основе живых личинок нематод	Действует

<p>2506088 МПК А61К35/00 А61К39/395 А61Р37/00</p>	<p>Бушукин Иван Васильевич (RU), Бушукин Олег Иванович (RU), № 2012106224/10, 21.02.2012 Опубликовано: 10.02.2014</p>	<p>рода TrichinellaRailliet (1895) для иммунизации животных и человека, применение молока животного, иммунизированного этой вакциной, в качестве средства для профилактики и лечения заболеваний иммунной системы, способ получения сыворотки из крови иммунизированных животных и способ профилактики и лечения заболеваний иммунной системы с помощью такой сыворотки</p>	
<p>РФ, заявка на изобретение № 2384299 МПК А61В10/02 G01N1/28</p>	<p>Государственное научное учреждение (ГНУ) Всероссийский научно-исследовательский институт гельминтологии им. К.И. Скрябина (ВИГИС) (RU), № 2008144172/14, 10.11.2008 Опубликовано: 20.03.2010</p>	<p>Способ диагностики трихинеллеза у экспериментально зараженных лабораторных животных</p>	<p>Прекратил действие</p>

Руководитель подразделения-
исполнителя работ

« 9 » 04 2015 г.



Ашурбеков Н.А.

Начальник УИСИД

« 9 » 04 2015 г.



Мугутдинова Х.М.

АННОТАЦИИ ИЗОБРЕТЕНИЙ

Предмет поиска (объект исследования, его составные части)	Название изобретения (полезной модели, промышленного образца)	Аннотация
<p>СОВРЕМЕННАЯ РЫБОПОИСКОВАЯ АППАРАТУРА (НАУЧНЫЕ МНОГОЛУЧЕВЫЕ ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ, ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ, А ТАКЖЕ ЭХОЛОТЫ И ГИДРОЛОКАТОРЫ ДЛЯ ПОШТУЧНОГО ПОДСЧЁТА РЫБ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБНОГО НАСЕЛЕНИЯ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ)</p>	<p>1. Способ акустического мониторинга изменчивости параметров морских акваторий</p>	<p>Изобретение относится к области гидроакустики и может быть использовано для создания локальных региональных и глобальных акустических систем долговременного контроля вдоль трасс распространения звука таких параметров морской среды, как средняя температура вод и ее изменчивость, проекции на трассу скорости течения, наличия на трассе гидрофизических неоднородностей, льда, движения рыбных скоплений, прохождения судов и т.п. Существо изобретения заключается в том, что в морской среде формируется акустическая приемно-излучающая трассовая схема. При этом принятый приемным элементов трассовой схемы сигнал подают на излучающую сторону трассы и нелинейно усиливают до появления автогенерации в трассовой схеме на одной из частот, определяемой гидрофизическими условиями на трассе распространения звука, затем измеряют частоту автогенерации в трассовой схеме и по ее значению судят об изменениях параметров морской среды. Режим автогенерации в трассовой схеме можно проводить в прямом и обратном направлениях для определения скорости течения. В трассовой схеме можно выделять требуемую группу лучей и на них возбуждать режим автогенерации. При обработке принятого приемным элементом трассовой схемы акустического сигнала анализируют спектры изменчивости частоты автогенерации, по которым судят о природе изменчивости гидрофизических параметров морской среды.</p>
	<p>2. Автономный комплекс сейсмоакустического и гидрофизического мониторинга</p>	<p>Автономный комплекс сейсмоакустического и гидрофизического мониторинга морских акваторий (АКММА) в составе из нескольких модулей, содержащий устанавливаемый на морском дне глубоководный</p>

	морских акваторий	самовсплывающий носитель аппаратуры (НА), причем НА включает в себя размещенные в герметичном сферическом контейнере бортовой вычислительный узел (БВУ), блок системы ориентации, источник питания, трехкомпонентный сейсмодатчик, трехкомпонентный сейсмодатчик, а также установленные снаружи герметичного контейнера гирлянду из гидрофизических модулей (ГИМ), низкочастотный гидрофон, ресивер для гидроакустической связи, приемопередающий поверхностный радиобуй с модулями спутниковой связи и навигации, устройство постановки и снятия НА с грунта, средства для поиска всплывшего НА, выполненные в виде проблескового маяка и активного радиолокационного отражателя, отличающийся тем, что для синхронного площадного морского измерения гидрофизических, сейсмогидроакустических и экологических параметров используется несколько модулей АКММА расположенных на больших расстояниях друг от друга в пределах действия спутниковых систем связи и навигации.
	3. Мобильная система комплексного мониторинга акваторий и способ мониторинга акваторий	Способ мониторинга акваторий, включающий размещение на дне исследуемой акватории носителей устройств регистрации параметров водной среды (РПВ), измерение параметров водной среды устройствами РПВ, передачу данных измерений по каналам связи с устройств РПВ на локальный контрольный пункт (ЛКП) и дальнейшую трансляцию по линиям радиосвязи данных измерений с ЛКП на центральный контрольный пункт (ЦКП) для обработки и анализа всей совокупности данных измерений, отличающийся тем, что в качестве носителей устройств РПВ используют автономные донные станции (АДС), в качестве ЛКП используют, по меньшей мере, один мобильный автономный необитаемый подводный аппарат (АНПА), АДС и мобильный АНПА оснащают приемопередатчиками и радиомодемами для беспроводного радиообмена командами и данными между АДС и мобильным АНПА, а АДС снабжают гидроакустическими маяками-ответчиками и формируют гидроакустическую систему навигации мобильного АНПА.

	<p>4. Гидродинамический способ контроля внутренних водоемов морских акваторий</p>	<p>Сущность изобретения заключается в гидролокационном обследовании подводной среды и дна автономным необитаемым подводным аппаратом, движущимся по заданной траектории. При обнаружении диверсионных сил этот аппарат сближается с объектом, выполняет телевизионную съемку, передает сообщение на внешний пункт управления, сопровождает объект, поддерживая с ним гидроакустический контакт, по команде с внешнего поста управления применяет по объекту оружие и обследует зону поражения. Устройство для осуществления данного способа представляет собой автономный необитаемый подводный аппарат торпедообразной конструкции, оснащенный средствами управления, навигации, связи, обнаружения, классификации и поражения диверсионных сил. В качестве средств связи используются радиостанция и аппаратура гидроакустической связи. В качестве средств поражения используются малогабаритные торпеды, закрепленные замками снаружи прочного корпуса, и автоматические установки подводной стрельбы, выдвигающиеся из шахт в корпусе для боевого применения и в последующем приводимые в исходное положение. Реализация изобретения позволит повысить безопасность охраняемой акватории.</p>
	<p>5. Метод мониторинга вертикального распределения скорости звука в условиях мелководных акваторий</p>	<p>Изобретение относится к гидроакустике, а именно к области импульсных измерений (акустической томографии), и может быть использовано для измерений и мониторинга во времени вертикального распределения скорости звука в пространстве, а также температуры и уровня поверхности в мелководных акваториях. Сущность: метод основан на измерении среднего по пространству (с линейным размером, равным расстоянию между излучателем и приемником) вертикального профиля скорости звука методом горизонтального импульсного акустического зондирования с измерением времен приходов импульсов между стационарно размещенными в области измерений излучателем и приемным гидрофоном. Значения поля скорости звука по глубине вдоль трассы определяют одновременно для всех горизонтов измерений с частотой от одного раза в секунду и более на периодах времени более года. Технический результат: повышение достоверности и точности гидрологических наблюдений, упрощение и повышение точности метода</p>

		мониторинга вертикального профиля скорости звука в экстремальных условиях на тестируемых акваториях.
	6. Автономная позиционная станция для зондирования водной среды по глубине, способ определения параметров водной среды этой станцией и способ передачи ею измеренных параметров	Сущность изобретения: автономная позиционная станция для зондирования водной среды, но глубина содержит контейнер с комплексом измерительных модулей, бортовой системой управления, системой управления, системой всплытия - погружения и системой приема - передачи информации, выполненной с аппаратурой радиосвязи и гидроакустической связи, а также буйреп, соединенный одним своим концом с якорем, пропущенный через установленную на контейнере полную штангу и соединенный своим вторым концом с лебедкой системы всплытия - погружения. Изобретение относится к морской технике и может быть использовано для проведения комплексных наблюдений за динамикой водной среды, ее химико-биологического контроля.
	7. Способ измерения уровня звукового давления гидроакустического источника в естественном водоеме и излучатель опорных сигналов для его осуществления	Использование: для измерения параметров гидроакустического излучения от движущихся или от неподвижных источников в естественном водоеме. Сущность изобретения: гидроакустические сигналы принимаются решеткой гидрофонов одновременно от излучателя опорных сигналов и от контролируемого источника. Затем сравниваются величины уровней принятых сигналов и осуществляется дальнейшая обработка результатов. В процессе сравнения величин уровней принятых сигналов осуществляют измерение расстояний от решетки гидрофонов до излучателя опорных сигналов L_0 и до контролируемого источника L_1 . При этом величину уровня звукового давления контролируемого источника P_1 находят из уравнения $P_1 = P_0 (U_{пL_0} / U_{оL_1})$, где P_0 - относительный уровень звукового давления излучателя опорных сигналов; U_0 и U_1 - эффективные значения электрических напряжений на выходе решетки гидрофонов, соответствующие сигналам от излучателя опорных сигналов и от контролируемого источника. Содержится также описание конструкции излучателя опорных сигналов. Изобретение относится к гидроакустике и может быть использовано для измерения параметров гидроакустического излучения (в частности

		гидроакустического давления) от стационарных и подвижных гидроакустических источников.
	8. Способ съемки рельефа дна акватории с движущегося судна многолучевым эхолотом с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна и многолучевой эхолот с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна акватории для его осуществления	Способ съемки рельефа дна акватории с движущегося судна многолучевым эхолотом с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна, включающий прохождение судном с установленным на нем многолучевым эхолотом с вертикальным зондированием гидроакустическими сигналами поверхности дна акватории заданным галсом (галсами), излучение гидроакустических сигналов в полосе в сторону дна, прием отраженных от поверхности дна этих сигналов, измерение глубин гидроакустическим путем, от приемоизлучающих антенн многолучевого эхолота до места отражающей поверхности дна акватории, определение геодезических координат приемоизлучающих антенн многолучевого эхолота, истинного курса, скорости судна, определение по полученным данным истинных значений глубин и их геодезических координат с последующей регистрацией, отличающийся тем, что в начале каждого галса и в его конце проходят через место расположения опорного гидрографического пункта с известными глубиной и ее геодезическими координатами, определяют поправки к глубинам, измеренным многолучевым эхолотом, обусловленные погрешностями за бортовую качку и за вертикальные перемещения судна на волне, осуществляют их учет по текущим измеренным глубинам данным многолучевым эхолотом вычислительным путем в соответствии с установленными формульными зависимостями, по полученным данным глубин и их геодезических координат вычислительным путем в соответствии с установленными формульными зависимостями определяют искомые значения глубин и их геодезических координат свободных от систематических погрешностей.
	9. Гидроакустический способ определения размерного состава рыб в скоплениях в естественной среде обитания	Изобретение относится к промышленному рыболовству и промысловой гидроакустике. Способ предусматривает измерение и регистрацию сил цели рыб и углы их расположения относительно вертикальной оси в акустическом луче антенны гидроакустического устройства. Приоритетными выбраны определения размеров рыб в общепринятых

		<p>линейных размерных интервалах одновременно во всем диапазоне, охватывающем все размеры рыб, для линейных размерных определяют интервалы сил цели для обработки сил цели рыб из всего акустического луча путем использования уравнений зависимости средней силы цели от длины для разных видов рыб и интервалы сил цели для обработки сил цели рыб из центральной части акустического луча путем использования уравнений зависимости максимальной силы цели от длины для разных видов рыб, измеряемые силы цели рассортировывают по интервалам сил цели одновременно в два массива данных: один из всего акустического луча, другой - из его центральной части, на основе данных о силе цели из центральной части определяют размерный состав рыб, распределение сил цели и средние силы цели от рыб из центральной части акустического луча, на основе данных о силе цели из всего акустического луча определяют распределение сил цели и средние силы цели рыб из всего акустического луча. Достижимым техническим результатом является повышение точности определения размерного состава рыб.</p>
	<p>10. Способ и устройства определения плотности концентрации рыб</p>	<p>Способ определения плотности концентрации рыб включает съемку с помощью лазерной подводной телевизионной системы со стробированием по дальности, производят подсчет визуально или с помощью компьютера числа рыб, наблюдаемых в кадре, при подсчете учитывают не только рыб, освещенных импульсом лазера, но и находящихся в этот момент в объеме между ТВ-камерой и освещенной зоной и наблюдающихся в виде силуэтов, расчет плотности концентрации рыб производят путем деления числа наблюдаемых рыб на величину объема сферического сектора, радиус которого равен произведению скорости света в воде на половину времени задержки строба открытия приемника лазерной подводной телевизионной системы относительно импульса лазерного излучателя, при этом углы соответствуют углам зрения приемника лазерной подводной телевизионной системы. Технический результат заключается в повышении достоверности результатов, учете рыб, находящихся на границе подводного видения, наиболее удаленных, но еще видимых.</p>

	<p>11. Носитель аппаратуры измерительного гидроакустического комплекса</p>	<p>Изобретение относится к области гидроакустики и может быть использовано для гидроакустических исследований объектов шумоизлучения в натурном водоеме. Носитель аппаратуры измерительного гидроакустического комплекса содержит буй, выполненный в виде удлиненного тела, преимущественно торпедообразной формы, со звукопрозрачным обтекателем, в середине которого расположен гидрофон, в носовой и хвостовой частях - объемы положительной плавучести. Внутри буя расположена аппаратура предварительного преобразования сигналов, установленная в термоконтейнере, причем выход гидрофона через данную аппаратуру подключен к обрабатывающей аппаратуре, расположенной вне буя. Снаружи буя установлен датчик глубины. Отношение горизонтальной и вертикальной осей торпедообразного буя - не менее пяти. Угол между лучами, проведенными от точки расположения чувствительного элемента гидрофона к краям объемов положительной плавучести, составляет не менее 140°. Достигается снижение гидродинамической составляющей помехи при измерении гидроакустических сигналов в потоке воды.</p>
	<p>12. Система активной гидролокации гидроакустической станции</p>	<p>Изобретение относится к гидроакустической технике, конкретнее к области активной гидролокации, в том числе к активным гидролокаторам, предназначенным для обнаружения объектов, измерения координат и параметров движения обнаруженных объектов. Техническим результатом изобретения является обеспечение возможности определения скорости и курса обнаруженной цели за один цикл излучения - приема с приемлемой для классификации цели точностью. Система активной гидролокации гидроакустической станции (ГАС) содержит излучающую и приемную акустические антенны, устройство формирования зондирующего сигнала, устройство формирования характеристик направленности в излучении, генераторное устройство, устройство формирования характеристик направленности системы гидролокации (ГЛ) в приеме и устройство обработки эхосигналов от цели, устройство формирования характеристик направленности системы шумопеленгования (ШП), устройство обработки сигналов системы ШП, устройство измерения пеленга на цель</p>

		<p>системы ШП и блок определения величины изменения пеленга (ВИЛ), устройство измерения дистанции до цели, устройство измерения радиальной составляющей скорости цели (ВИР), блок связи ГАС с системами корабля, блок определения общей тангенциальной составляющей скорости и блок определения тангенциальной составляющей скорости цели, также содержит блок определения скорости цели и блок определения курса цели.</p>
	<p>13. Способ обнаружения скоплений рыб с газовыми пузырями</p>	<p>Изобретение относится к области гидроакустики и может быть использовано в рыбной промышленности для обнаружения и идентификации (видовой, количественной и размерной) промысловых скоплений донных рыб с плавательным пузырем.</p> <p>Задача, которая решается изобретением, заключается в обнаружении промыслового скопления донных рыб с плавательным пузырем на фоне сложного грунта (скалы, крупные камни, рифы и т.д.) и определении его видовых (например, морской окунь, тихоокеанская треска и др.), количественных (например, крупное, среднее и малое промысловое скопление) и размерных (например, большие размеры промысловых рыб, средние размеры промысловых рыб и т.д.) характеристик.</p> <p>Изобретение заключается в том, что на одной стороне контролируемого рубежа располагается блок параметрического излучения низкочастотных (НЧ) сигналов, а на противоположной стороне располагается блок параметрического приема НЧ-сигналов. С помощью блока параметрического излучения НЧ-сигналов осуществляются формирование, усиление и излучение высокочастотных (ВЧ) волн накачки на частотах ω_1 и ω_2, близких к резонансной частоте пузырьков воздуха ω_0, находящихся в приповерхностном слое воды, в направлении блока параметрического приема НЧ-сигналов, нелинейное взаимодействие ВЧ-волн накачки с образованием НЧ-волны разностной частоты $\Omega = \omega_1 - \omega_2$, распространяющейся направленно в водной среде. Блок параметрического приема НЧ-сигналов осуществляет формирование, усиление и ненаправленное излучение ВЧ-сигнала накачки на частоте ω_3, который, рассеиваясь на неоднородностях</p>

		<p>водной среды, взаимодействует с НЧ-волной разностной частоты, отраженной от скоплений рыб с газовым пузырем Ω', а также с НЧ-волной собственного излучения рыб на частоте Ω'', с образованием ВЧ-волн комбинационных частот $\omega_3 \pm \Omega'$ и $\omega_3 \pm \Omega''$, распространяющихся в сторону блока параметрического приема НЧ-сигналов, где осуществляется выделение НЧ-сигналов на частотах Ω' и Ω'' из ВЧ модуляционных частот $\omega_3 \pm \Omega'$ и $\omega_3 \pm \Omega''$ методом детектирования, производится спектральный анализ НЧ-сигналов, их сравнение с эталонными сигналами и принимается решение об обнаружении скопления рыб. Достижимым техническим результатом изобретения является увеличение площади обследуемой акватории, возможность обнаружения разреженных скоплений рыб при упрощении их видового распознавания.</p>
	<p>14. Способ акустического учета рыб в потоке воды</p>	<p>Изобретение относится к рыбному хозяйству и предназначено для использования в системах контроля и подсчета рыб при проходе их к местам нереста в реках, каналах и рыбоходных сооружениях. Способ включает озвучивание поперечного сечения потока N-м количеством дискретно разнесенных вдоль него и расположенных на носителях источников вертикально направленных акустических полей. Носители размещают параллельно друг другу в придонной и приповерхностной зонах сечения, источники располагают в шахматном порядке, обеспечивая озвучивание учетной зоны к поверхности воды и к дну, а расстояния между вертикальными осями соседних акустических полей устанавливаются не превышающими половину их ширины на границах учетной зоны. Обеспечивается повышение точности и достоверности учета рыб.</p>
	<p>15. Способ искажения гидроакустического поля рыбопромыслового судна</p>	<p>Изобретение относится к области нелинейной гидроакустики, в частности к формированию, усилению и излучению в неоднородную морскую среду интенсивных высокочастотных (ВЧ) сигналов специальной формы с помощью ВЧ преобразователей. Предлагаемый способ заключается в том, что формируют, усиливают и направленно</p>

		<p>излучают в неоднородную морскую среду интенсивный высокочастотный (ВЧ) сигнал накачки на частотах ω_{ni}, близкий к резонансной частоте рассеивателей звука, доминирующих в данном районе, в качестве которых используют пузырьки воздуха в приповерхностном слое воды. ВЧ сигнал накачки на частотах ω_{ni} взаимодействует с низкочастотным (НЧ) сигналом рыбопромыслового судна на частоте Ω в диапазоне частот наибольшей акустической чувствительности промысловых рыб, с образованием сигналов комбинационных частот $\omega_{ni} \pm \Omega$, которые интенсивно затухают в пространстве. Излучают интенсивный ВЧ сигнал накачки на частотах ω_{ni} в секторах максимальной интенсивности НЧ сигнала по носовым курсовым углам рыбопромыслового судна в направлении облавливаемого скопления промысловых рыб, при этом используются "i-частоты" интенсивного ВЧ сигнала накачки на частотах ω_{ni} близкие к субгармонике резонансной частоты пузырьков воздуха в приповерхностном слое воды, их резонансной частоте ω_s и второй гармонике резонансной частоты. Достижимым техническим результатом изобретения является возможность длительного и эффективного искажения характера гидроакустического поля рыбопромыслового судна в интересах снижения отрицательного влияния его НЧ излучений на поведенческие характеристики высокоподвижных промысловых рыб.</p>
	<p>16. Способ улучшения среды обитания растительных и животных сообществ</p>	<p>Изобретение относится к климатологии, сельскому и лесному хозяйствам, экологии и охране природы. Преимущественная область применения – защитное лесоразведение. Для создания насаждений отводят территорию в плане по форме круга, эллипса, сечения параболоида вращения или же по форме круглого, эллипсного либо параболического кольца. Однородные полукустарники, кустарники и деревья размещают на одной из концентрически расположенных лент. Чередование различных пород производят - в направлении по кольцу – для пород, одинаковых по высоте к спелому возрасту, в соответствии со светолюбием и теневыносливостью; - в направлении от периферии к центру пород, разных по высоте к спелому возрасту, самые</p>

		<p>низкорослые полукустарники размещают в периферии, а высокорослые деревья - в центре. Пахотные сельскохозяйственные угодья размещают как внутри кольца, так и снаружи его. Под многолетние высокостебельные травы отводят участки, расположенные по границам между лесными и пахотными сельскохозяйственными угодьями. В центре и/или вокруг насаждений размещают водоемы, при этом расстояния между водоемами предусматривают не более удвоенной дальности полета птиц на кормежку во время гнездования, то есть не более 600 - 800 м</p>
<p>ВАЛИДИЗАЦИЯ МЕТОДИК НЕИНВАЗИВНОЙ ОЦЕНКИ БЛАГОПОЛУЧИЯ ПОПУЛЯЦИЙ</p>	<p>1. Способ сохранения редких и исчезающих пород животных</p>	<p>Изобретение относится к области животноводства. Способ заключается в том, что 48 производителей разделяют на 4 группы (А, В, С, D) по 12 голов, маток распределяют на 12 групп по 10-15 голов в каждой, затем спермой первого производителя 1А осеменяют маток первой группы, спермой второго производителя 2А осеменяют маток второй группы, спермой 12 производителя осеменяют маток 12 группы; от каждой из 10-15 матерей в каждой из 12 групп для дальнейшего воспроизводства оставляют одну лучшую дочь; лучших дочерей из первого поколения, полученных от матерей первой группы и отца 1А, осеменяют спермой производителя 2А, лучших дочерей, полученных от матерей второй группы и отца 2А, осеменяют спермой производителя 3А, лучших дочерей, полученных от матерей 12-ой группы и отца 12А, осеменяют спермой производителя 1А; ротацию производителей проводят до получения маток 6-го поколения; лучших маток 6-го поколения осеменяют спермой их прапрапрадедов (1А, 2А...12А); лучших маток седьмого поколения, полученных от матерей первой группы и производителя 1А, осеменяют спермой производителя 1В, лучших маток седьмого поколения от матерей второй группы и отца 2А осеменяют спермой производителя 2В, лучших маток седьмого поколения, полученных от матерей 12-ой группы и отца 12А, осеменяют спермой производителя 12В; в дальнейшем осуществляют ротацию производителей группы В, подобную ротации производителей группы А, до получения потомства 13-го поколения; лучших маток из 13-го поколения в каждой из 12 групп осеменяют спермой прапрапрадеда (1В, 2В...12В); лучших маток из 14-20 поколений осеменяют спермой</p>

		<p>производителей из группы С по вышеописанной схеме, а начиная с 21 поколения лучших маток осеменяют спермой производителей группы D также по вышеописанной схеме, через 28 поколений после замыкания цикла начинают новый цикл, причем используют в качестве производителей-продолжателей микролинии первой группы А лучших быков, отобранных из 7-го поколения (1Ан, 2Ан...12Ан), в качестве производителей-продолжателей группы В лучших быков, полученных из 14-го поколения (1Вн, 2Вн...12Вн), в качестве производителей-продолжателей группы С лучших быков, полученных из 21 поколения (1Сн, 2Сн...12Сн), в качестве производителей-продолжателей группы D лучших быков, полученных из 21 поколения (1Дн, 2Дн...12Дн). Способ позволяет сохранять ограниченное поголовье животных редких и исчезающих пород без применения тесного инбридинга.</p>
	<p>2. Способ выявления личинок гельминтов в мышцах животных, пресноводной и морской рыбы</p>	<p>Способ выявления личинок гельминтов в мышечной ткани животных, пресноводной и морской рыбы, который включает отделение мышечной ткани, измельчение массы мышц, изготовление искусственного желудочного сока (ИЖС), переваривание мышц в ИЖС, выдерживание этой смеси, отделение осадка из смеси и исследование его на наличие личинок гельминтов, который отличается тем, что готовят ИЖС путем растворения в соответствующем объеме (0,01-10,0 л) воды с температурой $+42\pm 2^\circ\text{C}$ соответствующего количества (0,01-100,0 г) сухого порошка - смеси пепсина с активностью не ниже 1:1000 и модификатора, исследование отобранных проб проводят индивидуально от каждой туши животного, пресноводной и морской рыбы, или групповым методом, объединяя образцы проб от нескольких туш животных, пресноводной, морской рыбы, смешивают измельченную массу (фарш) мышц исследуемого животного, рыбы с ИЖС, и выдерживают 30 мин при температуре $+42\pm 2^\circ\text{C}$ на магнитной мешалке с подогревом, и проводят микроскопические исследования на наличие личинок гельминтов.</p>
	<p>3. Способ диагностики гельминтоза</p>	<p>Предлагаемый способ определения аскарид в кишечнике человека методом высокоэффективной жидкостной хроматографии по продуктам обмена гельминтов в моче точен и позволяет проводить исследование в любое удобное время, а также диагностировать гельминтоз на ранней</p>

		<p>стадии заболевания (личиной), когда яйца гельминтов в кале отсутствуют.</p> <p>Изобретение относится к медицине, в частности к лабораторным методам исследования.</p> <p>Способ диагностики гельминтоза, отличающийся тем, что в моче исследуют продукты обмена аскарид, например, муравьиную, капроновую и пропионовую кислоты методом высокоэффективной жидкостной хроматографии и по увеличению их содержания диагностируют наличие аскарид.</p>
	4. Способ обезвреживания личинок трихинелл методом замораживания в тушках некоторых пушных зверей	<p>Изобретение относится к сельскому хозяйству, а именно к ветеринарной гельминтологии и санитарии. Под действием температуры минус 70°C при экспозиции от 1 до 18 ч происходит повреждение кристаллами льда клеточных мембран кутикулы личинок гельминта, деструкция внутренних органов и систем паразита, который локализован в капсуле мышечного волокна тушки животного. После воздействия низкой температурой личинки трихинелл довольно быстро становятся нежизнеспособны. Способ не требует дополнительной подготовки инвазированных тушек для обезвреживания после снятия шкуры. Мышечную ткань обезвреженных тушек животных можно использовать без ограничений в кормлении пушных зверей, домашних питомцев и птиц, а также для технической переработки, например, на мясокостную муку. Способ обеспечивает снижение уровня заболеваемости зоонозом населения страны, а также может использоваться в кормопроизводстве при приготовлении привады или кормов из мясного сырья, инвазированного личинками трихинелл как в питомниках охотхозяйств, так и на особо охраняемых территориях.</p>
	5. Способ диагностики микоспоридий у рыб	<p>Изобретение относится к области ветеринарии. Способ включает растворение измельченного биологического субстрата в искусственном желудочном соке, инкубирование, получение осадка, его центрифугирование в течение 15 мин и исследование под микроскопом на наличие спор микоспоридий. При этом в качестве биологического субстрата используют все мягкие ткани рыб. Осадок центрифугируют при 1500-8000 об/мин, а инкубацию проводят при температуре не более 40°C в течение 20-25 мин. Способ обладает высокой точностью и</p>

		позволяет сократить время диагностики.
	6. Адьювантная композиция для инъекционных вакцин против тканевых гельминтозов	Изобретение относится к области биотехнологии. Композиция содержит минеральное масло, Твин-80, L-аргинин, РНК из культуры <i>Saccharomyces cerevisiae</i> и физиологический раствор в следующем соотношении компонентов: минеральное масло - 100 мл, Твин-80 - 2 мл, L-аргинин - 5 г, РНК из культуры <i>Saccharomyces cerevisiae</i> - 0,5 г, физиологический раствор - до конечного объема 150 мл. Сочетание биологических и химических компонентов композиции с иммунодоминантными антигенами тканевых гельминтов в ветеринарном препарате обеспечивает длительный напряженный иммунитет у вакцинируемых животных.
	7. Способ получения диагностического антигена цестод	Изобретение относится к области ветеринарии, в частности к иммунологической диагностике ларвальных цестодозов, а именно эхинококкозов. Предложенный способ предусматривает одномоментное приготовление первичной клеточной культуры из протосколексов цестод, культивирование клеток протосколексов. Далее проводят получение перевиваемой клеточной культуры и отбор диагностически активных серий клеточных метаболитов с использованием иммуноферментной реакции. Также способ предусматривает возможность криоконсервирования клеток перевиваемой культуры после стадии ее получения. Предложенный способ позволяет получать антиген с чувствительностью 87,09-95,30% и специфичностью 81,9-90,2%. Способ может быть использован в медицине для получения высокочувствительного и высокоспецифичного антигена для диагностики эхинококкозов.
	8. Способ получения иммуногенного антигена <i>Trichinella spiralis</i>	Изобретение относится к ветеринарной медицине. Способ включает заражение лабораторных животных, отделение мышечной ткани и проведение ее протеолиза в искусственном желудочном соке, выделение инвазионных личинок и их культивирование в искусственной питательной среде, отделение белкового продукта, его очистку и иммунохимический скрининг. При этом протеолиз мышечной ткани лабораторного животного в искусственном желудочном соке проводят

		<p>при температуре 38,5-39,0°C. Выделенных инвазионных личинок трихинелл 5-7-кратно отмывают стерильным физиологическим раствором, в который добавляют антибиотики с различным спектром действия. Культивирование инвазионных личинок осуществляют в течение 3-5 суток при температуре 38,5°C. После отделения белкового продукта путем проведения его диализа и концентрирования выделяют экскреторно-секреторный антиген. Оставшиеся после отделения белкового продукта личинки трихинелл измельчают, полученный гомогенат экстрагируют и центрифугируют. Из соматического экстракта путем фракционирования его на колонке с сефадексом G-100 дополнительно получают фракционированный соматический антиген. Антиген обладает высокой специфичностью.</p>
	<p>9. Противопаразитарное средство на основе альбендазола и способ его использования для лечения гельминтозов млекопитающих</p>	<p>Противопаразитарное средство, включающее альбендазол, включающее межмолекулярные комплексы альбендазола с водорастворимыми физиологически приемлемыми полимерами, отличающееся тем, что массовые соотношения альбендазола к водорастворимым полимерам составляют 1:5-20, соответственно.</p> <p>Способ лечения кишечных гельминтозов млекопитающих с использованием противопаразитарного средства, включающий пероральное введение противопаразитарного средства, отличающийся тем, что используют противопаразитарное средство по п. 1 и вводят его в дозе не более 1 мг/кг живого веса.</p>
	<p>10. Носитель лекарственного средства, обеспечивающий контрастное усиление при МРТ</p>	<p>изобретение относится к носителю, приспособленному для местной доставки лекарственного средства. Лекарственное средство заключено в носителе, и носитель содержит оболочку, способную к высвобождению заключенного лекарственного средства в результате действия локального стимула. Оболочка дополнительно окружает контрастное средство $MP^{19}F$, которое претерпевает изменение в способности быть обнаруженным после высвобождения из носителя. Изобретение относится к способу доставки лекарственного средства субъекту, управляемому посредством МРТ, где способ включает введение субъекту указанного носителя, позволяя носителю высвободить лекарственное средство, и получение изображения $MP^{19}F$, используя контраст, предоставляемый контрастным средством $MP^{19}F$. Изобретение</p>

		обеспечивает возможность мониторинга начала высвобождения лекарственного средства из носителя.
	11. Антгельминтное средство	Изобретение относится к области сельского хозяйства, в частности к ветеринарной паразитологии, и может использоваться для лечения жвачных животных от гельминтозов. Антигельминтное средство для лечения и профилактики гельминтозов домашних и диких жвачных животных, характеризующееся тем, что содержит ивермектин и хлорид натрия в соотношении 0,1:99,9 и выполнено в форме солевых брикетов массой 5 и 10 кг для вольного скармливания животным. Антигельминтное средство удобно в применении для домашних и диких животных, так как не требует их фиксации. Изобретение обеспечивает повышение эффективности средства и снижение его токсичности, а также снижение затрат на лечение и профилактику.
	12. Метод диагностики глистной инвазии по гистологическим препаратам кала или мокроты и способ приготовления этих препаратов	Изобретение относится к лабораторным методам исследования биологических препаратов и может быть использовано в патогистологической практике для диагностики глистной инвазии. В качестве микропрепарата используют гистологический препарат из выделений человека, преимущественно кала или мокроты, а глистную инвазию диагностируют по наличию в гистологическом препарате фрагментов тел мелких гельминтов, паразитирующих в толстом кишечнике, их яиц, а также личинок нематод. Способ приготовления гистологических препаратов из выделений человека, преимущественно кала и мокроты, включает консервирование пробы и помещение в сетчатую оболочку, обезвоживание в спиртах, пропитку в диоксанах и парафине и последующую заливку с образованием парафинового блока, получение срезов на микротоме и окрашивание. Выделения дифференцируют на плотные или жидкие пробы, жидкую пробу формируют с объемом, в 3-5 раз превышающим объем плотной пробы, составляющий 2-2,5 см ³ . В качестве сетки для оболочки используют безворсовую синтетическую ткань, преимущественно газовую, с размером пор менее 0,001 мм. Технический результат - способ и метод обеспечивают возможность анализа жидких проб с помощью информативного и безопасного гистологического препарата из

		выделений человека.
	13. Устройство для трихинеллоскопии в полевых условиях	Изобретение относится к конструированию приборов ветеринарно-санитарной экспертизы туш животных и мясопродуктов на трихинеллез и другие гельминтозы в полевых условиях охотохозяйства, заповедника, убойного пункта. Устройство выполнено из компактно расположенных и функционально связанных между собой основания, на котором подвижно через ось вращения расположена несущая панель с монокуляром. Панель посредством упора фиксируется в рабочем положении, на внутренней поверхности панели размещена направляющая рамка для компрессиума. Конструкция обеспечивает быструю диагностику гельминтов, уменьшенная масса и габариты позволяют применять устройство в полевых условиях.
	14. Способ получения вакцины на основе живых личинок нематод рода <i>Trichinella</i> Railliet (1895) для иммунизации животных и человека, применение молока животного, иммунизированного этой вакциной, в качестве средства для профилактики и лечения заболеваний иммунной системы, способ получения сыворотки из крови иммунизированных животных и способ профилактики и лечения заболеваний иммунной системы с помощью такой сыворотки	Группа изобретений относится к области биотехнологии. Способ получения вакцины предусматривает скрещивание двух различных видов из 4: <i>T. spiralis</i> , <i>T. nativa</i> , <i>T. pseudospiralis</i> и <i>T. britovi</i> и отбор той линии, которая обладает более низкими патогенными и более высокими иммуногенными свойствами путем заражения личинками трихинелл мышей и контроля эмбриогенеза, затем через 1,5-2 месяца отделяют мышечную ткань зараженной мыши и выделяют инвазионные личинки, которые используют для повторного заражения дозой, составляющей 200-300 личинок, определяют степень заражения, а для изготовления вакцины используют ту линию трихинелл, заражение которой приводит к наиболее легкой форме заболевания мыши, а повторное заражение не приводит к заболеванию. Молоко животных, иммунизированных вакциной, полученной вышеописанным способом, используют в качестве средства для профилактики и лечения заболеваний иммунной системы. Вышеописанную вакцину используют также для получения сыворотки. При этом вакцину вводят орально в дозе от 5000 до 20000 живых личинок, начиная с 10-14 дня после введения препарата, производят обычную терапевтическую коррекцию, как при трихинеллезе, а забор крови осуществляют через 30 дней после введения препарата. Полученную сыворотку человеку вводят по схемам: либо

		перорально начиная с 0,05 мл за один прием, 3 - раза в день и доводят до 1,2 мл, прибавляя за каждый прием по 0,05 мл, а затем в обратном порядке по убыванию, либо в виде инъекций парентерально по 1-2 мл с перерывом в 2-а дня, а животному - по 10-15 мл в виде инъекций трехкратно через 5 дней с целью профилактики и лечения заболеваний иммунной системы. Использование вышеуказанных изобретений позволит повысить эффективность профилактики и лечения заболеваний иммунной системы.
	15. Способ диагностики трихинеллеза у экспериментально зараженных лабораторных животных	Изобретение относится к медицине и ветеринарии, а именно к медицинской и ветеринарной гельминтологии. Для определения трихинеллеза у экспериментально зараженных лабораторных животных используют микроскопическое исследование. Пробы мышечной ткани животных, подвергнутые компрессии, исследуют на наличие, количество и жизнеспособность личинок трихинелл. При этом исследование проводят прижизненно. Масса биоптата из скелетных мышц составляет 1-1,5 мг. Компрессию биоптата осуществляют между двумя предметными стеклами, в процессе микроскопии мануально варьируют интенсивность компрессии и характер компрессии от постоянного до импульсивного. Повторное исследование биоптатов у животного проводят в разные сроки после заражения стандартными дозами инвазивного материала, используемыми при моделировании инвазии. Способ повышает информативность и ускоряет исследование экспериментально зараженных лабораторных животных трихинеллезом.

Руководитель подразделения-
исполнителя работ
« 7 » 07 2015 г.



Ашурбеков Н.А.

Начальник УИСИД
« 7 » 07 2015 г.



Мугутдинова Х.М.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА

Осетровые виды рыб и их гибридные формы относятся к ценной пищевой ихтиофауне, пользуясь покупательским спросом в охлажденном виде, балычных и консервных изделиях. Особым спросом пользуется черная икра как у нас в стране, так и за ее пределами. Еще не так давно Каспийский бассейн являлся основным поставщиком продукции осетровых рыб на внутренние и мировые рынки. После распада СССР ситуация коренным образом изменилась в худшую сторону. Отсутствие межгосударственного соглашения по рациональному промыслу, воспроизводству и охране биоресурсов Каспия, беспрецедентный всплеск браконьерства в море и в нерестовых реках явились причиной подрыва запасов и численности популяций этих видов рыб. В настоящее время годовой лимит на добычу осетровых в бассейне Каспия не превышает 1,5 тыс. т., основное количество которого используется для искусственного воспроизводства и научных целей. С учетом современного критического состояния и численности популяций осетровых рыб, даже при самых благоприятных условиях рационального использования биоресурсов на Каспии, что крайне сомнительно, потребуется как минимум 50-70 лет. Естественно, что такая перспектива с запасами уникальной реликтовой ихтиофауны требует поиска альтернативных вариантов в получении столь деликатесной продукции в виде черной икры, мяса, балычных изделий и т.д.

Известно, что с помощью специалистов нашей страны товарное осетроводство в последние годы развивается в европейских странах, в Китае, Америке, одновременно потеряв приоритет в нашей стране. Рассматривая эту проблему применительно к Южному Федеральному округу, очевидно, что Юг России располагает широкими возможностями для развития аквакультуры не только по проблеме искусственного воспроизводства

осетровых рыб, но и товарного их выращивания. Сравнительно мягкие климатические условия региона, наличие достаточных водных ресурсов, геотермальные и артезианские источники - все это позволяет развивать интенсивное товарное рыбоводство, в том числе и осетроводство во всех его формах. Тем не менее, такие возможности в настоящее время используются не в полной мере т.к. все еще бытует мнение о неисчерпаемости биоресурсов естественных водоемов. Производство товарных осетровых рыб в Дагестане и Астраханской области в настоящее время не превышает 0,2 тыс. т., а черной икры 5 т. В тоже время общий объем производства икры в аквакультуре в США, Франции и Италии в 2008 г. превысил 10 т. с перспективой 3-5-кратного увеличения этих объемов в ближайшие годы. Лидирующие позиции в производстве товарных осетровых рыб занимает Китай объемы выращивания которых достигли до 20 тыс. т.

Как показывает накопленный опыт товарное выращивание осетровых, а тем более формирование маточных стад – это дорогостоящий и долговременный процесс. Согласно имеющимся расчетам для производства 100 тонн товарных осетровых необходимо одновременно затратить 1,6 млн. долларов с окупаемостью четыре - пять лет с ориентировочной рентабельностью до 122%, а для производства 2 т пищевой икры необходимо примерно 2,6 млн. долларов со сроком окупаемости семь-восемь лет с рентабельностью до 270%. В тоже время, этих показателей можно достигнуть при использовании не только чистых видов осетровых рыб. Учитывая современное состояние осетровых рыб естественной популяции, альтернативы товарному осетроводству на данном этапе, в настоящее время не имеется.

Современное состояние товарного осетроводства

Аквакультура осетровых рыб с каждым годом играет все большую роль в сохранении этих реликтовых видов рыб в водоемах страны. Наиболее реальный путь к достижению этой цели это интенсификация искусственного

воспроизводства и формирование продукционных стад в аквакультуре. Мировой опыт показывает, что роль аквакультуры в настоящее время резко возросла. Это одно из надежных направлений в обеспечении населения деликатесной белковой продукцией включая сюда и таких представителей реликтовой ихтиофауны к которой относятся осетровые рыбы. Известно, что в последнее время в России наблюдается некоторый подъем развития товарного осетроводства за счет организации новых рыбоводных предприятий, фермерских хозяйств. В 2014 году было выращено около 2,5 тыс. тонн осетровых, прогноз на 2016г – 3 тыс. тонн. Причем следует отметить, что примерно 30% всей выращенной товарной продукции получено из рыбопосадочного материала, приобретенного в Центре «БИОС». Во многих хозяйствах формируются продукционные стада осетровых рыб с целью получения как пищевой, так и рыбоводной икры. Однако в целом, товарное осетроводство в России по своим масштабам не соответствует потребностям в высококачественной деликатесной продукции существенно отставая от ведущих стран мира. Так, в Китае ежегодно выращивается около 20 тыс. тонн осетровых рыб, и в ближайшие 2-3 года эта страна поставит на мировой рынок 200-300 тонн пищевой икры; в США ежегодно производится до 10 тонн пищевой икры; в Европе (Франция, Италия, Германия, Греция) – около 30 тонн этой деликатесной продукции. Интерес к данной проблеме проявляют страны Каспийского региона - Казахстан, Иран, Туркменистан. Последний объявил тендер на проектирование и строительство комплекса по товарному выращиванию осетровых рыб.

В настоящее время в Дагестане и Астраханской области товарным выращиванием осетровых рыб занимается восемь хозяйств: Широкольский рыбокомбинат, ФГУП «КаспНИРХ», ООО РВК «Раскат», ООО «Яминский рыбозавод», ООО «РК «Акватрейд», ООО «Ника - АСТ», Икрянинское НВХ ФГУ «Севкаспрыбвод», ООО АРК «Белуга». По итогам 2014 года предприятиями выращено порядка 200 тонн товарных осетровых рыб.

Рынок рыбных товаров в настоящее время является низко

конкурентным, из чего следует, что конкуренция среди предприятий этой отрасли развита слабо. В тоже время потенциал рынка огромный с тенденцией к дальнейшему развитию конкуренции в этой области. В связи с тем, что в ближайшие 15-20 лет положение с выловом диких осетровых рыб не улучшится, а также продолжающимся иметь место браконьерством, то для товарного осетроводства на рынке высвобождается сектор поставки товаров емкостью около 800 млн., а вместе с экспортом - около 1200 млн. руб. в год [1].

Краткая биология осетровых – объектов для товарного производства

Осетровые рыбы – высокоспецифичная группа рыб. Благодаря наличию примитивных черт морфологии, они существенно отличаются от всех других представителей ихтиофауны, обитающих на нашей планете. Скелет осетровых хрящевой, позвонков нет, а окостенение захватывает только накладные кости головы и пять рядов жучек, расположенных вдоль тела. Хвостовой плавник у осетровых рыб гетероцеркальный, то есть верхняя лопасть больше нижней. Несмотря на древность происхождения и примитивность морфологии, до сравнительно недавнего времени осетровые находились в состоянии биологического прогресса и занимали огромный ареал, охватывающий почти все Северное полушарие Земли. В реки Северной Америки из Тихого океана заходил на нерест белый сахалинский осетр, из Атлантического океана – тупорылый или малый осетр. В пресноводных озерах достаточно распространенным был озерный осетр, в реках – американские лопатоносы: обыкновенный, белый и веслонос [2, 3, 4].

Почти во все реки Европы, впадающие в Северный Ледовитый, Атлантический океаны, Средиземное и Черное моря, мигрировал на нерест балтийский и атлантический осетры, жилая форма которого встречается в Ладожском озере. Во Франции и Голландии можно было встретить остроносого осетра, в реках Италии, Югославии, Албании – адриатического.

Значительным разнообразием осетровых отличалась Азия. На юго-восточном побережье в реки Китая и Кореи на нерест заходили китайский и корейский осетры, в водах Янцзы встречались гигантские, до 7 метров в длину, особи китайского веслоноса-псефура. Севернее, по побережью Японии и Дальнего Востока, достаточно распространены были японский и сахалинский осетр. В реке Амур встречались как проходные, так и жилые формы калуги и амурского осетра. На всей территории Сибири, в реках: Оби, Енисее, Лене, Яне, Индигирке, Колыме и прилегающих к ним морям Северного Ледовитого океана, в озере Байкал и других пресноводных водоемах Сибири широко были представлены проходные и жилые популяции сибирского осетра.

В Аральском море и впадающих в него реках в больших количествах водился шип, встречались такие уникальные виды, как лжелопатоносы: сырдарьинский, большой и малый амударьинский. Однако самыми богатыми, как по видовому составу, так и по численности осетровых рыб районами мира всегда были Азово-Черноморский и, особенно, Каспийский бассейны. В этих водоемах были сосредоточены большие запасы белуги, русского и персидского осетра, севрюги, шипа, стерляди. Помимо этого в бассейне Черного моря до недавнего времени обитала достаточно многочисленная популяция атлантического осетра [2]. Такое видовое разнообразие и широкий ареал распределения осетровых, несмотря на их филогенетическую древность, определяется системой различного рода приспособлений или адаптаций на популяционном, организменном и клеточном уровнях, проявляющихся на самых разных этапах онтогенеза. Отряд осетрообразные включает в себя два семейства: собственно осетровые и веслоносовые.

Осетровые (*Acipenseridae*)

Семейство осетровых имеет пять рядов костных жучек: один спинной, два боковых и два брюшных. Перед ртом имеется четыре усика. Рот нижний, выдвигной, позволяющий брать пищу со дна. Это семейство включает в себя четыре рода: белуги, осетры, лопатоносы, лжелопатоносы, в общей

сложности насчитывается 25 видов, среди которых наибольший интерес для целей товарного выращивания в бассейнах и садках представляют следующие.

Стерлядь (*Acipenser ruthenus*)

Вид широко распространен в пресноводных водоемах практически на всей территории России.



Рисунок В.1 - Стерлядь

От других видов р. *Acipenser* хорошо отличается большим числом боковых жучек (число их колеблется от 56 до 71) рисунок В.1. Спинных жучек - 11-18, брюшных - 10-20. В спинном плавнике 32-49 лучей, в анальном - 16-34. Усики бахромчатые. Рот небольшой, нижний. Нижняя губа прервана. Окраска спины от темно-серой до серовато-коричневой, брюхо белое (Берг, 1948). Стерлядь распространена в реках бассейнов Черного, Азовского, Каспийского, Белого, Баренцева и Карского морей. Была довольно многочисленна в бассейне Волги, особенно в среднем и нижнем течении. В начале XIX столетия по каналам проникла в бассейн Северной Двины, в бассейны Ладожского и Онежского озер. Акклиматизирована

стерлядь в Западной Двине и Печоре, имеется в Каре, Оби, Иртыше и Енисее. Восточная граница распространения стерляди - р. Енисей. В бассейне Днепра стерлядь встречается в Смоленской (р. Днепр) и Брянской (р. Десна) областях, в бассейне Дона на всем его протяжении от Ростовской до Тульской областей, в бассейне Кубани встречалась в пределах Краснодарского края, в бассейне Урала отмечена в пределах Оренбургской области [5]. За пределами России в бассейнах Днепра, Прута, Буга и Дуная.

Стерлядь - самый мелкий представитель рода. Максимальные размеры равны 1,25 м и масса 16 кг, однако, обычно не более 1 м и масса до 6-6,5 кг. Предельная продолжительность жизни - 26-27 лет [5]. Возрастной состав уловов колеблется от 4 до 10-11 лет. В естественных водоемах питается водными личинками насекомых, мелкими моллюсками, икрой других рыб. В аквакультуре охотно потребляет пастообразные и гранулированные корма. Созревает в возрасте 2-3 лет (самцы) и 4-5 лет (самки). Сибирская стерлядь становится половозрелой на 1-2 года позже европейской. Нерест происходит при температуре воды 10-15°C. Плодовитость крупных самок может превышать 100 тыс. икринок, колебания 4-140 тыс. Диаметр ооцитов 2-3 мм, масса 8-9 мг. Развитие в зависимости от температуры воды колеблется от 4 до 9 дней.

Стерлядь - ценная промысловая рыба. В бассейне Волги ее уловы в 30-х годах нашего столетия колебались от 750 до 800 т. Многие популяции в настоящее время находятся под угрозой исчезновения (реки Дон, Днепр, Кубань, Урал, Сура, Кама). Однако в последние годы в ряде мест намечается увеличение численности стерляди (Северная Двина, Кама, Сура, притоки Дуная). Стерлядь - объект пресноводной аквакультуры. Целесообразно создание маточных стад в условиях рыбоводных предприятий. Половой диморфизм практически отсутствует. У зрелых производителей в преднерестовый и нерестовый период наблюдается брачный наряд в виде белых узких полосок на голове эпидермального происхождения. Благодаря некрупным размерам, скороспелости, хорошей адаптации к искусственным

пресным водоемам, а также высоким вкусовым качествам мяса стерлядь представляет большой интерес как объект товарного разведения.

Белуга (*Huso huso*)

Белуга имеет массивное, толстое тело (*huso* в переводе с латинского - свинья). Рыло короткое, тупое. Рот полулунной формы, большой, но, в отличие от калуги, не переходящий на бока головы. В спинном плавнике 48-81 лучей, в анальном - 22-41. Спинных жучек - 9-17, боковых - 37-53, брюшных - 7-14. В спинном ряду первая жучка наименьшая. Жаберных тычинок 17-36. Спина и бока тела серовато-темные, брюхо белое.



Рисунок В.2 - Белуга

Распространена в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского и Адриатического морей. До зарегулирования стока белуга очень высоко поднималась по рекам. По Волге доходила почти до верховьев, встречаясь в Оке, Шексне, Каме, Суре и других притоках. В настоящее время ареал белуги ограничен нижними плотинами ГЭС. В Азовском море практически полностью исчезла, раньше, до постройки плотин, в Кубани поднималась до станции Ладожская и, возможно, выше, в Дону - до Воронежской области.

Белуга - одна из крупнейших проходных рыб. В прошлом достигала длины более 5м и массы более 1000кг. Продолжительность жизни таких крупных экземпляров, видимо, превышала 100 лет. В 1970г. в промысловых

уловах на Волге средняя длина самок белуги составляла 267см и масса 142кг, самцов соответственно 221см и 81кг. Период размножения приходится на апрель-май. Нерест проходит на пике паводка и начинается при температуре воды 6-7°C. Оптимальными температурами являются 9-17°C. Плодовитость в зависимости от размеров самок колеблется от 200 тыс. до 8 млн. икринок. Икринки крупные, у волжской белуги их диаметр варьирует от 3,6 до 4,3 мм и масса от 26 до 36 мг. Половозрелость у белуги наступает очень поздно: у самцов не ранее 12-14 лет, у самок - к 16-18 годам. Нерест не ежегодный. Белуга очень рано переходит на хищное питание. В Каспийском море ее основными кормовыми объектами являются вобла, судак, сазан, лещ, кильки и другие рыбы.

Белуга - ценнейшая промысловая рыба. Основным бассейном ее добычи всегда был Каспий. Еще в начале 80-х годов прошлого столетия ее здесь вылавливали от 1,6 до 2,0 тыс. т. В последние годы, особенно после распада СССР, численность и уловы белуги катастрофически снижаются. Белуга, как вид, находящийся под угрозой исчезновения, внесена в Красную книгу МСОП, а азовский подвид белуги - в Красную книгу Российской Федерации. При искусственном разведении белуга характеризуется самым высоким темпом роста среди осетровых рыб. Товарное выращивание данного вида наиболее эффективно проводить в садках и бассейнах в монокультуре при высоких плотностях посадки и интенсивном кормлении искусственными гранулированными кормами.

Осетр русский (*Acipenser guldenstaedti*)

Населяет бассейны Каспийского, Черного и Азовского морей. Имеются проходная и жилая формы. Проходная форма имеет озимые и яровые расы. В Волге, Каме и, по-видимому, Урале есть жилые (постоянно живущие в реке) формы. В Каспии наиболее многочисленно волжское стадо.

В Азово-Черноморском бассейне осетр образует стада: черноморско-кавказское (рионское), черноморско-украинское (днепровское) и азовское.

Для икрометания из Каспия входит в Волгу, меньше в Урал, в очень незначительном количестве заходит в Терек, Сулак, Самур. По иранскому побережью осетр входит в Сефидруд, изредка в Горган, Баболь и другие реки. Из Черного моря осетр входит в Дунай, в Днепр, очень немного в Риони, Мзымту, Псоу и другие реки. Из Азовского моря на икрометание входит в Дон и единичными экземплярами в Кубань; в последние годы ход осетра в Кубань (как и белуги) увеличивается. Половое созревание волжского осетра наступает не ранее 10 лет, у самок не ранее 13 лет, курина осетра – в 13 – 14 лет, у самок – в 19 – 30 лет.

Азовский осетр достигает половозрелости: самцы в 8 – 9 лет, самки в 10 – 14 лет; днепровский осетр созревает не ранее 11 лет. Наибольший известный возраст – 48 лет, наибольшая длина – 230 см и вес (изредка) – до 80 кг и даже 120 кг. Средний промысловый вес волжского осетра 12 – 16 кг. В 1960 г. средний вес волжского осетра был 14,5 кг, в 1962 г. средний вес самцов ходового осетра на Волге был 11,7 кг, самок – 21,3 кг. Средний промысловый вес курина осетра 22 – 24 кг, азовского – около 15 кг. Плодовитость русского осетра составляет от 84 до 837 тыс. икринок, в среднем 250 – 350 тыс. икринок.

В Каспийском море осетр питается в раннем возрасте беспозвоночными (гаммариды, мизиды, нерейс и др.), с возрастом переходит на питание моллюсками и рыбой (бычки, сельди, кильки). Осетр в природе образует помеси с белугой, севрюгой, шипом, стерлядью. Как уже говорилось выше, на Волге, в районе Саратова, путем искусственного оплодотворения получены жизнестойкие гибриды: осетр X стерлядь, стерлядь X осетр, осетр X белуга и белуга X осетр.

Требования к водоему для размещения бассейнового и садкового комплекса и гидрохимическому режиму воды

Для разработки данного биологического обоснования и для организации бассейнового и садкового комплекса по выращиванию

осетровых рыб использованы общие требования, предъявляемые к водоему. Выбор водоема определен в зависимости от специализации рыбоводного хозяйства, особенностями его эксплуатации, количеством и формой применяемых бассейнов и садков, мощностью комплекса. Целесообразность выбора водоема определяется на основании следующих показателей:

- месторасположение и тип водоема и его использование;
- среднемесячные максимальные и минимальные температуры воды и воздуха;
- направление силы преобладающих ветров;
- экологическая характеристика водоема при установке бассейновой или садковой базы: площадь, глубина, объем водной массы;
- гидрологический режим водоема: наличие и скорость течения, водообмен, уровненный режим (суточный, сезонный, годовой), распределение глубин в районе размещения садков;
- ледовая обстановка во время зимовки;
- гидрохимическая и токсикологическая обстановка воды источника.

При определении пригодности водоема для садкового рыбоводства приоритетным является наличие пассивного или принудительного водообмена. При установке садков в реке необходимо предусмотреть наличие заградительных устройств от волнобоя, плавающего мусора и льда.

К водоему предъявляются следующие требования:

- площадь при наличии течения 2-5 га, при его отсутствии 25-50 га;
- глубины не менее 3,0-4,5 метров;
- колебания уровня воды не более 2-5 м (в течение года);
- оптимальная скорость течения - 0,2-0,5 м/сек.

Во время эксплуатации садков учитывается фактор загрязнения водоема, основными источниками которого являются остатки кормов и продукты жизнедеятельности объектов разведения. Допустимая нагрузка на водоем за счет садкового рыбоводства ограничивается величиной 0,1-0,5 т/га.

Ограничения в первую очередь распространяются на небольшие по площади участки и замкнутые акватории крупных водоемов, где могут возникать заморные явления.

Диапазон оптимальных температур для нормального роста осетровых рыб находится в пределах 14-25°C. Непродолжительное снижение или незначительные колебания температуры воды не сказываются на интенсивности питания и массонакопление рыбы. Температура воды 28-30°C действуют угнетающе на функциональное состояние осетровых рыб.

При содержании разновозрастных осетровых и производителей в бассейновом или садковом комплексе необходимо поддерживать следующие показатели воды (таблица В.1).

Таблица В.1 - Физико-химические и гидрологические показатели воды для содержания осетровых рыб

Показатели	Единица измерения	Норматив	
Цветность	град.	менее 30	
Прозрачность	см	не менее 30	
Кислород	мг/л	не менее 5	
Углекислота		до 10	
Сероводород		отсутствует	
Активная реакция среды		7,0-9,0	
Щелочность	мг - экв/л	1,8-2,0	
Окисляемость	мгО ₂ /л	5-15	
Железо общее	мг/л	до 0,5	
Хлориды		до 10	
Сульфаты		до 10	
Соленость		до 20 000	
Азот: -аммонийный - нитритный - нитратный	мг/л	до 0,5 до 0,01 до 2,0	
Фосфаты		мг/л	до 0,1
Жесткость общая		мг-экв/л	3,0-7,0
Скорость течения	м/сек	0,2-0,5	

Экологическая безопасность культивирования осетровых рыб в бассейнах и садках

Во избежание ухода осетровых рыб в естественный водоем в случае использования садков необходима реализация следующих мероприятий:

1. Использование сете-делевых мешков с двойными делевыми стенами из высокопрочных полимерных нитей. Данные садки в меньшей степени подвержены обрастанию и разрушению. Для садков используется дельничная-полиамидная, изготовленная в соответствии с требованиями ТУ 15-08-334-89. Разрывная нагрузка ячеи ниточной дели, не менее 90 (кгс).

2. Размещения садковой линии не должно быть в местах нереста и в зоне миграционных путей рыб эндемиков Волго-Каспийского района. На основании этого возможен монтаж перегородивающих устройств из дели 2-3 мм во избежание обьячеивания рыб обитающих в данном районе.

Рыбоводно-биологические нормативы нормативы приведены по материалам исследований ВНИРО, КаспНИРХа, БИОС

Таблица В.2 - Нормативные значения репродуктивных показателей самок осетровых при прижизненном методе получения икры

Показатели	Ед. изм.	Белуга	Р. осетр
Масса самок		75	18
Средняя рабочая плодовитость			
- на 1кг массы самок	тыс. шт./ кг	4,2	9,6
- на 1 самку	тыс. шт.	400	180
Выход икру на 1 самку	кг	11	3,6
	%	11,8	20
Оплодотворяемость икры	%	90	90

Таблица В.3 - Временные биотехнические нормативы по формированию и содержанию domestцированного маточного стада осетровых рыб на бассейновом или садковом рыбоводном комплексе

Показатели	Ед. изм.	Норматив	
		Белуга	Русский осетр
Средняя масса самок:			
- при domestцикации	кг	75-100	15-20
- при повторном созревании		95-130	18-22
Выживаемость самок:			
- после нерестовой компании;	%	90	85

- после нагула (I-III годы содержания);		90-95	95
Содержание самок в период нагула: -площадь нагульного бассейна или садка -глубина бассейна или садка - плотность посадки самок на нагул	м ² м кг/м ²	20-100 3,0-3,5 25	
Ежегодный прирост средней массы самок в нагульных бассейнах или садках в зависимости от года межнерестового цикла: -I -II -III -IV -V	%	-8 +20 +12 +8 +5,5	-10 +29 +20 +18 +8,5
Содержание самок в зимний период в бассейнах или садках: - площадь бассейна или садка -плотность посадки самок в бассейны -выживаемость за зимовку - потеря массы самок за зимовку	м ² кг/м ² % %	20 30 95-100 2,5-3,0	20 30 95-100 2,0-6,5
Отбраковка за I-III годы содержания	%	2-3	8-15
Кормление самок маточного стада			
- вид корма, используемого для кормления	пастообразный на основе фарша из малоценной рыбы с добавлением гранулированного осетрового специализированного корма или максимально приближенного к нему по составу		
- соотношение компонентов кормосмеси Фарш: гранкорм	%	80:20 - 70:30	
- расход корма (суточная норма) в зависимости от массы рыбы в среднем за нагул	%	0,5- 1,0	0,5-1

Таблица В.4 - Биотехнические нормативы по формированию и содержанию ремонтно-маточного стада

Показатели	Ед.изм.	Норма	
		Белуга	Осетр
Начало отбора рыбы в ремонтное стадо		От сеголетков	
Периоды отбора на племя и выбраковки ремонта		Осенняя бонитировка	
Напряженность массового отбора: -сеголетки -двухлетки -трехлетки-пятилетки	%	5-10 60 5-10	
Напряженность корректирующего отбора	%	5-10	
Средняя масса возрастных групп ремонта: - сеголетков - двухлетков - трехлетков		0,250 2,1 3,0	0,100 0,8 1,5

- четырехлетков		4,5	2,5
- пятилетков		7,0	3,5
- шестилетков		9,0	4,5
- семилетков		11,0	5,5
- восьмилетков		13,0	6,5
- девятилетков		15,0	7,5
- десятилетков	кг	17,0	8,5
- одиннадцателетков		20,0	9,5
- двенадцатилетков		25,0	10,5
- тринадцатилетков		30,0	11,5
- четырнадцатилетков		35,0	-
- пятнадцатилетков		40,0	-
- шестнадцатилетков		45,0	-
- семнадцатилетков		50,0	-
- восемнадцатилетков		55,0	-
- девятнадцатилетков		60,0	-
- двадцатилетков		65,0	-
Содержание ремонтного поголовья в летный период:			
- площадь бассейна или садка	м ²	20-100	20-100
- глубина бассейна или садка	м	3,0-3,5	3,0-3,5
- средняя глубина водоема в месте размещения садков	м		
	кг/м ²	8-10	8-10
Плотность посадки:			
- ремонт младших возрастных групп (сеголетки-четырёхлетки)		25-30	25-30
- старший ремонт (пятилетки-восьмилетки)	кг/год	30-35	30-35
- восьмилетки-производители		25-35	25-30
Прирост массы ремонтных групп:			
- младший ремонт		0,5-2,0	0,5-1,0
- старший ремонт	%	1,0-1,5	1,0-1,5
Выживаемость ремонта в нагульных садках:			
- годовики		75	70
- двухлетки		80	80
- трехлетки		90	85
- четырехлетки		90	90
- пятилетки		95	90
- шестилетки-десятилетки		100	95
- одиннадцатилетки-шестнадцатилетки		100	100
Средняя температура начала кормления:	°С	5-7	
Суточная норма кормления:			
- младший ремонт		8-10	10-15
- старший ремонт	%	5-8	8-10
- производители		3-5	5-7
Содержание ремонтного стада в зимний период (зимние-ремонтные бассейны или садки)		Отдельно каждая возрастная группа ремонта	
- по возрастным группам	%	15-20	
- плотность посадки	кг/м ²	5-10	
- потери средней штучной массы ремонта за период зимовки	%		

-выживаемость ремонтных групп за зимовку	%	90-95	
Пополнение ремонтного стада		Ежегодно или каждые 2 года	
Соотношение полов: -в ремонтном стаде -в маточном стаде	самки: самцы	1:1,25 1:1,5	1:1,5 1:1
Темп полового созревания производителей РМС (по годам): -самки 13 лет 14 лет 15 лет 16 лет 17 лет 18 лет 19 лет - самцы 10 лет 11 лет 12 лет 13 лет 14 лет 15 лет 16 лет 17 лет	%	12,5 25,0 50,0 12,5 6 25 50 19	18 35 30 17 24 35 41
Возраст впервые используемых производителей: - самки - самцы	год	17-20 14-17	13-16 10-12
Средняя масса впервые созревающих производителей: - самки - самцы	кг	35-50 25-40	12-17 8,5-11
Рабочая плодовитость впервые созревающих самок	тыс. шт.	180	100
Средняя повторность использования: - самки - самцы	раз	3-4 6-8	3-4 6-8
Ежегодная замена рыб маточного стада (по мере их старения) из числа созревших в ремонтном стаде	%	5-10	5-10

В таблице В.5 представлены нормативные показатели по выращиванию чистых видов осетровых которых предусматривается культивировать в условиях Дагестана.

Таблица В.5 - Нормативы выращивания ремонтных групп стерляди, белуги, русского осетра

№ п/п	Показатели	Ед-ца изм.	Вид рыбы		
			Стерлядь	Белуга	Рус. осетр
1.	Средняя масса рыб на первом году выращивания: начальная конечная	кг	0,1	0,25	0,20
			0,5	2,1	0,8
2.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	10		
			20		
3.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
4.	Выход рыбы на первом году выращивания	%	90		
5.	Средняя масса рыб на втором году выращивания: начальная конечная	кг	0,5	2,1	0,8
			0,8	3	1,5
6.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	10		
			20		
7.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
8.	Выход рыбы на втором году выращивания	%	95		
9.	Средняя масса рыб на третьем году выращивания: начальная конечная	кг	0,8	3	1,5
			1,0	4,5	2,5
10.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	10		
			20		
11.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
12.	Выход рыбы на третьем году выращивания	%	99,5		
13.	Выбраковка самцов и не зреющих рыб	%	70	-	-
14.	Средняя масса рыб на четвертом году выращивания: начальная конечная	кг	1,0	4,5	2,5
			1,2	7	3,5

15.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	10 20		
16.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
17.	Выход рыбы на четвертом году выращивания	%	99,5		
18.	Выбраковка самцов и не зреющих рыб	%	-	-	70
19.	Перевод зрелых самок в зимовальные садки	%	25	-	-
20.	Средняя масса рыб на пятом году выращивания: начальная конечная	кг	1,2 1,5	7 9	3,5 4,5
21.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	10 20		
22.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
23.	Выход рыбы на пятом году выращивания	%	99,5		
24.	Перевод зрелых самок в зимовальные садки	%	50	-	-
25.	Средняя масса рыб на шестом году выращивания: начальная конечная	кг	1,2 1,5	9 11	4,5 5,5
26.	Плотность посадки в бассейны или садки: начальная конечная	кг / м ²	15 20		
27.	Продолжительность выращивания	сутки	180		
28.	Выход рыбы на шестом году выращивания	%	99,5		
29.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		-
30.	Средняя масса рыб на седьмом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	11 13	5,5 6,5
31.	Выход рыбы на восьмом году выращивания	%	99,5		

32.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		
33.	Средняя масса рыб на восьмом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	15 17	6,5 7,5
34.	Выход рыбы на восьмом году выращивания	%	99,5		
35.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		
36.	Средняя масса рыб на девятом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	17 20	7,5 8,5
37.	Выход рыбы на девятом году выращивания	%	99,5		
38.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		
39.	Средняя масса рыб на десятом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	20 25	8,5 10
40.	Выход рыбы на десятом году выращивания	%	99,5		
41.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		
42.	Средняя масса рыб на одиннадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	25 30	10 11
43.	Выход рыбы на одиннадцатом году выращивания	%	99,5		
44.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		10
45.	Средняя масса рыб на двенадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	25 30	11 12

46.	Выход рыбы на двенадцатом году выращивания	%	99,5		
47.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		25
48.	Средняя масса рыб на тринадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	30 35	12 13
49.	Выход рыбы на тринадцатом году выращивания	%	99,5		
50.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		50
51.	Средняя масса рыб на четырнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	35 40	13 14
52.	Выход рыбы на четырнадцатом году выращивания	%	99,5		
53.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		35
54.	Средняя масса рыб на пятнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	40 45	14 15
55.	Выход рыбы на восьмом году выращивания	%	99,5		
56.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		50
57.	Средняя масса рыб на шестнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	45 50	15 16
58.	Выход рыбы на шестнадцатом году выращивания	%	99,5		
59.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50		50

60.	Средняя масса рыб на семнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	50 55	16 17
61.	Выход рыбы на семнадцатом году выращивания	%	99,5		
62.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50	10	50
63.	Средняя масса рыб на восемнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	55 60	17 18
64.	Выход рыбы на восемнадцатом году выращивания	%	99,5		
65.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50	25	50
66.	Средняя масса рыб на девятнадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	60 65	18 19
67.	Выход рыбы на девятнадцатом году выращивания	%	99,5		
68.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50	50	50
69.	Средняя масса рыб на двадцатом году выращивания: начальная конечная	кг	1,5 1,5	65 70	19 20
70.	Выход рыбы на двадцатом году выращивания	%	99,5		
71.	Перевод зрелых самок в зимовальные бассейны или садки	%	50	35	50

Таблица В.6 - Рыбоводно-биологические нормативы по эксплуатации маточного стада стерляди, белуги и русского осетра

№		Единица	1 Вид рыбы
---	--	---------	------------

п/п	Наименование	измерения	Стерлядь	Белуга	Р. осетр
1.	Средняя масса самок	кг	1,7	55	15
2	Максимальная масса самок	кг	2,5	80	25
3.	Количество нерестов за срок жизни	разы	10	10	10
4.	Сроки первого созревания самок	годы	4-6	16-18	12-16
5.	Средний срок повторного созревания самки	годы	1	5	4
6.	Количество икры от массы тела при прижизненном способе ее получения	%	10 - 20	7- 16	9 - 20
7.	Созревание самок после инъектирования	%	90	90	90
8.	Расход гипофиза на 1 кг массы самок	мг	2-3		
9.	Расход сурфагона на 1 кг массы самок	мкгр	2-3		
10.	Расход антибиотика (окситетрациклина)	млл/ кг	0,1		
11.	Плотность посадки самок в зимовальные садки	кг/м ²	20		

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕМОНТНОГО СТАДА

Основные положения	Содержания
Область применения	Формирование маточного стада методом «от икры», селекционно-племенная работа, пастбищное осетроводство.
Объекты	Все виды осетровых рыб, воспроизводимые в Дагестане.
Структура ремонтного стада	Сеголетки-половозрелые рыбы (индивидуально для каждого вида).
Этапы отбора	1- сеголетки-двухлетки; 2- трехлетки-четырёхлетки; 3- пятилетки-созревание первых производителей и перевод в маточное стадо.
Принцип отбора	Отбор в ремонт по морфотипу на основании экстерерных показателей в возрасте сеголетки-двухлетки.
Используемое для отбора	Смешанное или от рыбоводной линии,

потомство	полученной от подобранной родительской пары производителей.
Экстерьерные показатели, используемые в отборе	Масса рыб (W, г), длина до развилки хвостового стебля (L, см), коэффициент упитанности ($F = W/L^3$), длина хвостового стебля (lx, см и %).
Содержание ремонта	Видовая и возрастная поликультура - сеголетки-четырёхлетки, после определения потенциальных производителей- раздельное содержание самок и самцов.
Условия нагула ремонтного стада	Нагульные садки, площадь – 20-100м ² , глубина- 3,0-3,5м.
Зимовка племенных рыб	Зимовальные бассейны или садки, площадь 15-20 м ² , высота стенки- 2,5-3,0м.

Состав рыбоводного комплекса и схема его работы

Состав рыбоводного комплекса

Рыбоводный комплекс по выращиванию осетровых рыб представляет собой предприятие со следующими функциями:

- выращивание и содержание самок и самцов белуги, русского осетра и стерляди, с целью получения ежегодно 4000 кг пищевой икры и 60 тонн товарной рыбы;
- получение и реализация оплодотворенной икры, а в перспективе и посадочного материала другим хозяйствам функционирующих в разных регионах страны.

В состав рыбоводного комплекса входят следующие участки:

- бассейновый или садковый участок по выращиванию ремонта, товарной рыбы и содержанию производителей;
- Цех по получению пищевой и репродуктивной икры.

Бассейновый или садковый участок по выращиванию ремонта, товарной рыбы и содержанию производителей представляет из себя линию, состоящую из бассейнов или садков прямоугольной формы периметром 25 м. Углы бассейнов садков желательно округленные, что благоприятно

сказывается на содержании самок, так как при этом исключаются застойные зоны.

Садковый комплекс размещен на Широкопольском комбинате с поэтапным увеличением его мощности.

Бассейны в комплексе стандартные ИЦА-2 или ИЦА-4, возможны и другие конструкции. В случае садков понтоны для содержания производителей изготавливаются из пенопласта. Садковая линия монтируется с учетом оптимального водообмена во всех секциях комплекса. Сетчатые садки изготавливаются из полиэтиленовой и капроновой дели в два слоя для исключения потерь рыбы при повреждении садка. Дно садка двойное из мелкоячейной дели. Внутренняя часть садков из безузловой капроновой дели размером ячеи в зависимости от возраста или массы рыб.

Необходимое количество бассейнов или садков и сроки их ввода их в эксплуатацию представлены в таблице В.7.

Таблица В.7 - Потребность в бассейнах или садках для содержания зрелых производителей

Годы	Необходимое кол-во садков, штук
	Площадь бассейнов или садков 25 м ²
2016	300
2017	325
2018	325
2019	325
2020	325
2021	325
2022	325
2023	325

Комплекс планируется оборудовать причалом для погрузки и разгрузки производителей. В летний период использованные самки реанимируются и содержатся затем в тех же бассейнах или садках чем достигается наиболее эффективно использование производственных мощностей.

Участок получения репродуктивной и пищевой икры

Для этих целей используется береговой цех, смонтированный на площадке размером 280 кв. м. Он состоит из 28 бассейнов типа ИЦА-2 размером 2 х 2 х 0,7 м и 4 механических фильтров. Для водоснабжения инкубаторов используются погружные насосы. Предусматриваются места для упаковки и отправки икры. Здесь же предусмотрен резервный бензиновый генератор. Сам процесс получения икры осуществляется непосредственно в цеху.

Схема работы комплекса

Технологическая схема формирования РМС стерляди для получения 390 кг пищевой икры в год

- Выращивание ремонтных групп (кормление, проведение профилактических мероприятий, сортировка по размерно-массовым параметрам и т.д.) проводится из 3-х заложенных поколений до сортировки по половым признакам
- Отход стерляди на первом году выращивания составляет 10% от общего количества посаженных особей, на втором и третьем годах – 5%, в последующие годы элиминация не превысит 0,5%.
- Осенью 2016 года общее количество самок составит 3169 шт. общей массой 3236 кг. Из них 9-ти летки 465 шт.- 665 кг, 4-х летки 2408 шт.-2458 кг, 3-х летки 289шт.-112 кг.
- Осенью 2017 года созреет 831 самка общей массой 947 кг. Что позволит получить весной 2018 года 142 кг пищевой икры.
- Осенью 2018 года созреет 1501 самка стерляди общей массой 1842 кг.
- Весной 2019 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета

- 15% от массы тела, что составит 276 кг пищевой икры.
- Осенью 2019 года созреет 1565 самок стерляди общей массой 2322 кг.
 - Весной 2020 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 348 кг пищевой икры.
 - Осенью 2020 года созреет 1557 самок стерляди общей массой 2382 кг.
 - Весной 2021 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 357 кг пищевой икры.
 - Осенью 2021 года созреет 1550 самок стерляди общей массой 2370 кг.
 - Весной 2022 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 356 кг пищевой икры.
 - Осенью 2022 года созреет 1542 самки стерляди общей массой 2593 кг.
 - Весной 2023 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 389 кг пищевой икры.
 - Пополнения РМС стерляди вследствие возможных потерь производится, из товарной рыбы по мере необходимости.

Технологическая схема формирования РМС русского осетра для получения 3540 кг пищевой икры в год

- Выращивание ремонтных групп (кормление, проведение профилактических мероприятий, сортировка по размерно-массовым параметрам и т.д.) проводится из 3-х заложенных поколений до сортировки по половым признакам
- Отход русского осетра на первом году выращивания составляет 10% от общего количества посаженных особей, на втором и третьем годах – 5%, в последующие годы элиминация не превысит 0,5%.
- Осенью 2016 года общее количество самок составит 4134 шт. массой

35419 кг. Из них 14 –ти летки 1шт.- 18,3кг, 9-ти летки 167шт.- 1135 кг, 7-ми летки 1068 шт. -7685 кг, 6-ти летки 2898шт.-26 575 кг.

- Осенью 2016 года созреет 1 самка 14- летка. Оставшуюся рыбу продолжаем выращивать в садках до созревания. Что позволит получить весной 2017 года 1,9 кг икры.
- Осенью 2017 года созреет 33 самки р. осетра общей массой 331 кг.
- Весной 2018 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 49,6 кг пищевой икры.
- Осенью 2018 года созреет 83 самки р. осетра общей массой 919 кг.
- Весной 2019 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 137,8 кг пищевой икры.
- Осенью 2019 года созреет 250 самок р. осетра общей массой 2983 кг.
- Весной 2020 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 447,4 кг пищевой икры.
- Осенью 2020 года созреет 1127 самок р. осетра общей массой 14848 кг.
- Весной 2021 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 2197,2 кг пищевой икры.
- Осенью 2021 года созреет 1747 самок р. осетра общей массой 23590 кг.
- Весной 2022 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 15% от массы тела, что составит 3538,4 кг пищевой икры.
- Пополнения РМС русского осетра вследствие возможных потерь производится, из товарной рыбы по мере необходимости.

***Технологическая схема формирования РМС белуги для получения
17 кг пищевой икры в год***

- Выращивание ремонтных групп (кормление, проведение профилактических мероприятий, сортировка по размерно-массовым

параметрам и т.д.) проводится из 4-х заложенных поколений до сортировки по половым признакам

- Отход белуги на первом году выращивания ориентировочно не должен превысить 10 % от общего количества, на втором – 5%, в последующие годы элиминация при оптимальных условиях не превысит 0,5%.
- Осенью 2016 года РМС белуги состоит из следующих поколений 14-ти летки 5 шт.-250 кг, 8-ми летки 310шт.- 4978 кг, 5-ти летки 59 шт.- 648 кг, 4-х летки 213 шт. – 1575кг.
- Осенью 2017 года производится выбраковка из РМС самцов - 30% (92 шт. общей массой 1841кг.)
- Осенью 2018 года производится выбраковка из РМС самцов - 30% (66 шт. общей массой 1638 кг.) Созреет 1самка массой 65кг.
- Весной 2019 года от этой самки получаем пищевую икру из расчета 12 % от массы тела, что составит 7,8кг пищевой икры.
- Осенью 2019 года созреет 2 самки белуги общей массой 140кг.
- Весной 2020 года от этих самок получаем пищевую икру из расчета 12% от массы тела, что составит 16,8кг пищевой икры.
- Осенью 2020 года созреет 1 самка белуги общей массой 75кг.
- Весной 2021 года от этой самки получаем пищевую икру из расчета 12% от массы тела, что составит 9 кг пищевой икры.
- Осенью 2021 года созреет 1самка белуги общей массой 80 кг.
- Весной 2022 года от этой самки получаем пищевую икру из расчета 12% от массы тела, что составит 9,6 кг пищевой икры.
- Для пополнения РМС белуги вследствие естественной ежегодной смертности и отхода при получении половых продуктов необходимо вводить в стадо не менее 10% от общего количества особей, заложенный в РМС для формирования дойного стада (221шт. сеголетков общей массой 55 кг).

Мечение самок

Во время выявления зрелых самок необходимо проведение индивидуального мечения данных рыб. Перспективным методом мечения животных, получившим широкое распространение в последние годы, является вживление под кожу пассивной электронной метки (микрочипа, транспондера), активируемой и идентифицируемой специальным считывающим прибором (сканером, ридером). Энергию, необходимую для формирования ответного сигнала, пассивный транспондер получает по радиолинии от ридера. Известно, что в процессе изготовления каждый микрочип запрограммирован на уникальный идентификационный код из определенного количества знаков (до пятнадцати). В настоящее время имеется несколько фирм производителей AVON, TROVAN, TRAGER и другие. Электронная метка содержится внутри маленькой инертной капсулы и вводится специальным шприцем под кожу рыбе в области спины на расстоянии 5-15 см от головы. Использование транспондеров позволяет быстро, не травматично и надежно метить крупных производителей осетровых рыб, при этом корректно установленный транспондер функционирует в течение всей жизни особи. Мечение и идентификация рыб достигает цели в том случае, если вся информация о метках, размещении в бассейнах, росте, созревании, участии в нересте и др. тщательно регистрируется в журналах и на индивидуальных карточках-паспортах и анализируется. Эффективная оценка качества производителей осетровых рыб по темпу роста, скорости полового созревания, абсолютной и относительной плодовитости и т.д. достигается при использовании продуманной формы журналов и карточек-паспортов производителей.

Формирование маточного стада осетровых рыб

Диагностики пола у осетровых рыб методом УЗИ-сканирования

Определение пола у рыб при разной стадии зрелости гонад являются необходимым мероприятием при формировании маточных стад на

рыбоводных предприятиях. При достижении ремонтных стад стерляди 3-х летнего возраста, белуги возраста 10-ти лет и русского осетра возраста 4-х лет, проводится разделение стада ремонта на определяющихся самок и самцов. Рыбы, пол которых определить не удастся, выбраковываются на товар.

Основой определения пола рыб является состояние гонад, по зрелости которых возможно определить не только пол рыбы, но и стадию ее развития. Существуют несколько способов определения половой принадлежности: щуповые пробы и УЗИ - сканирование. Определение пола у незрелых рыб проводится у стерляди 3-х летнего возраста, у белуги возраста 9-10-ти лет и русского осетра возраста 4-х лет. Диагностика более младших возрастных групп (годовиков, сеголетков) не дает нужного результата. Вес рыб для проведения ультразвукового сканирования должен быть: для стерляди не менее 0,8 кг, для белуги 10-20 кг и русского осетра - не менее 3,0 – 4,0 кг.

Для более точного определения стадии зрелости гонад пользуются щуповыми пробами. Пробы икры обычно берутся у зрелых самок с помощью щупа из нержавеющей стали. Для стерляди диаметр щупа - 3 мм, для белуги и русского осетра – 4 - 5 мм. Щуп вводится в тело рыбы в области 3-ей жучки от анального отверстия под углом 30 градусов относительно тела рыбы, на глубину 3 - 5 сантиметров. Перед каждым взятием проб икры щуп дезинфицируют в 96 % этиловом спирте. Менее травматичным способом при определении пола и зрелости гонад является ультрасонография или ультразвуковое сканирование (УЗИ). Ультразвуковое сканирование проводится в области размещения датчика между грудными и брюшными плавниками. Совпадение результатов ультразвукового и визуального (после вскрытия рыб) исследований отмечено в 97,2 - 98,7 % случаев. У самок при УЗИ - исследовании определяется по характерной картине яйценосных пластинок, начиная со II стадии зрелости гонад. У самцов строение семенников несколько иначе.

Обычно на сканирование гонад одной рыбы затрачивается около тридцати секунд. На рисунке В.3 представлен общий вид семенников и яичников осетровых рыб.

Накопленный опыт определения пола у незрелых видов осетровых рыб показывает, что точность прогнозирования выглядит следующим образом:

- 40% - самки,
- 25% - самцы,
- 35% - особи с неопределенным полом.

Диагностику пола у осетровых рыб лучше проводить ранней весной.

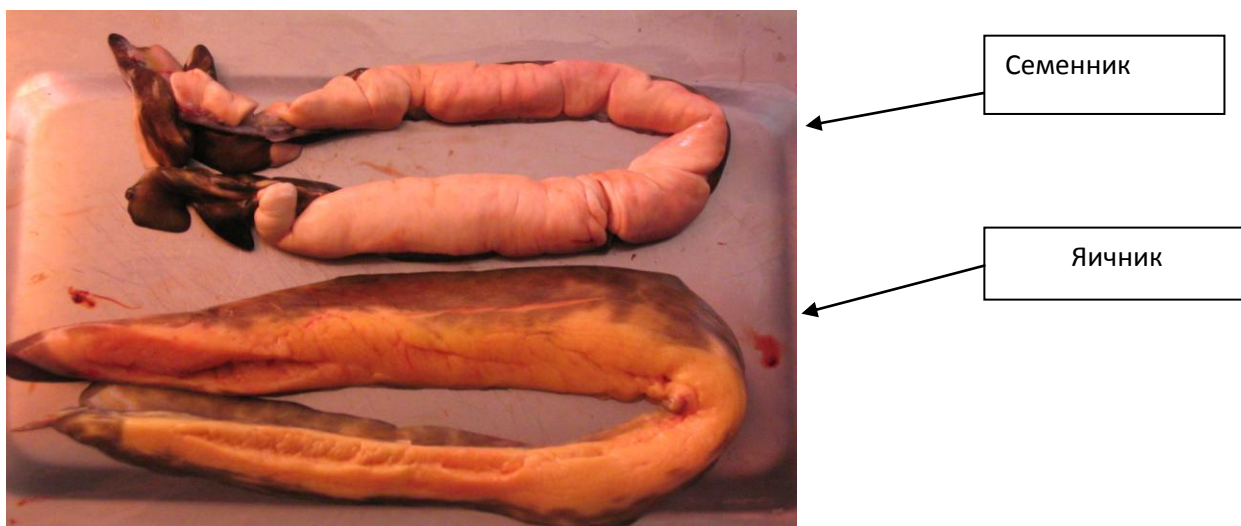


Рисунок В.3 - Внешний вид семенников и яичников осетровых рыб

После проведения работ по определению пола самки оставляются для дальнейшего выращивания, а самцы и особи пол которых определить оказалось невозможным, выбраковывают для реализации. На рисунке В.4 показано место установки датчика УЗИ на рыбе.



Рисунок В.4 - Положение датчика при сканировании в поперечной плоскости

В ветеринарии, в т.ч. рыбоводстве, хорошо зарекомендовали себя и могут быть предложены для рыбоводных предприятий следующие модели ультразвуковых сканеров: «MY SONO-201», «HS-2000», «Falco-VET», «Fukuda UF-750XT» (см. рисунок В.5)

<p>Fukuda UF-750XT («Fukuda Denshi», Япония) – портативный ультразвуковой сканер, с конвексной и линейной техникой сканирования и цветным картированием. Цветной жидко-кристаллический дисплей с размером экрана 26.5 см, выполнен по TFT технологии, встроенная клавиатура с сенсорным манипулятором, многочастотные датчики</p>	<p>MySono («MEDISSON», Южная Корея) – переносной цифровой ультразвуковой сканер с линейной и конвексной техникой сканирования. Монитор жидко-кристаллический, размер экрана 16 см, блок аккумуляторный; кинопамять; встроенная клавиатура с сенсорным манипулятором, конвексный датчик.</p>

	
<p>Falco-VET (AQUACULTUR Fischtechnik GmbH, Германия) – переносной цифровой ультра-звуковой сканер с линейной и конвексной техникой сканирования. Цветной электронно-лучевой монитор с размером экрана 23 см, блок аккумуляторный, линейный и конвексный датчики, встроенное устройство запоминания изображений.</p>	<p>Honda HS-2000 (HONDA ELECTRONICS, Япония) – переносной ультразвуковой сканер с линейной и конвексной техникой сканирования. Цветной электронно-лучевой монитор с размером экрана 23 см, встроенная клавиатура с сенсорным манипулятором, линейный и конвексный мультисекторные датчики.</p>

Рисунок В.5 - Модели ультразвуковых сканеров

Известно, что осетровые рыбы относятся к видам с длительным циклом созревания. Процесс созревания одновозрастных рыб во времени достаточно растянут. Поэтому в рыбоводных расчетах закладывается не менее 3-х волн созревания самок. Так, например: в стаде стерляди, в пятилетнем возрасте, созреет не более 25 % самок, в шестилетнем - 50 %, в семилетнем - 25 %. Белуга созреет в шестнадцатилетнем не более 10 % самок, в восемнадцатилетнем возрасте - 50%, и в двадцатилетнем возрасте - 25 % самок. У русского осетра созревают в двенадцатилетнем возрасте 25 % самок, в четырнадцатилетнем возрасте 50% и в 16- летнем 25 % самок.

Кормят самок специализированными витаминизированными кормами фирмы Скрейтинг. Норма кормления составляет 0,5-1 % от массы тела рыбы. Ежедневно проводят контроль поедаемости корма и состояния рыбы. Кормление рыбы проводится вручную, 2 раза в день, хотя при этом не исключается и механизация этого процесса.

Отбор зрелых самок для получения пищевой икры

Перед проведением бонитировок рыбу не кормят в течение 3-5 дней, потому что во время выявления степени зрелости у накормленных рыб не всегда можно достаточно точно выявить созревших самок. Зрелых самок отбирают по состоянию зрелости икринок (ооцитов). Существуют VI стадий развития икры:

I стадия – ювенальна

II стадия - стадия протоплазматического роста ооцитов

III стадия - стадия трофоплазматического роста ооцитов

IV стадия - стадия зрелых половых клеток

V стадия - стадия текучих половых клеток

VI стадия - стадия окончания функционирования половой железы.

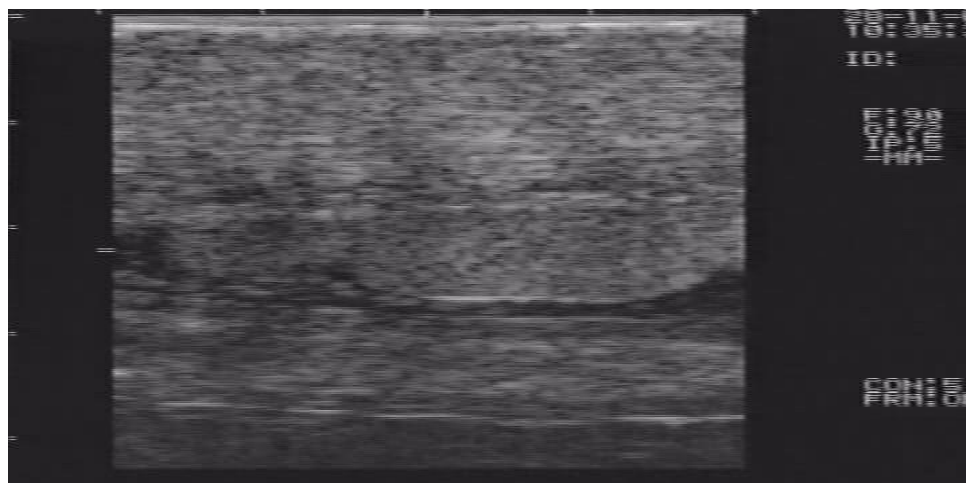


Рисунок В.6 - Фронтальный ультразвуковой срез через семенники III стадии зрелости самца стерляди

Для получения пищевой икры необходимо отобрать рыб на IV и IV незавершенной стадии зрелости гонад. На IV стадии зрелость самок определяют с помощью первичных половых признаков: округлому, мягкому брюшку, появлению у самок стерляди и русского осетра «брачного наряда» - специфической окраски головы или с помощью УЗИ - сканирования. При проведении ультрасонографии гонад видны типичные признаки созревания яичников, находящихся на IV стадии зрелости, что позволяет быстро и

эффективно отбирать созревших рыб.

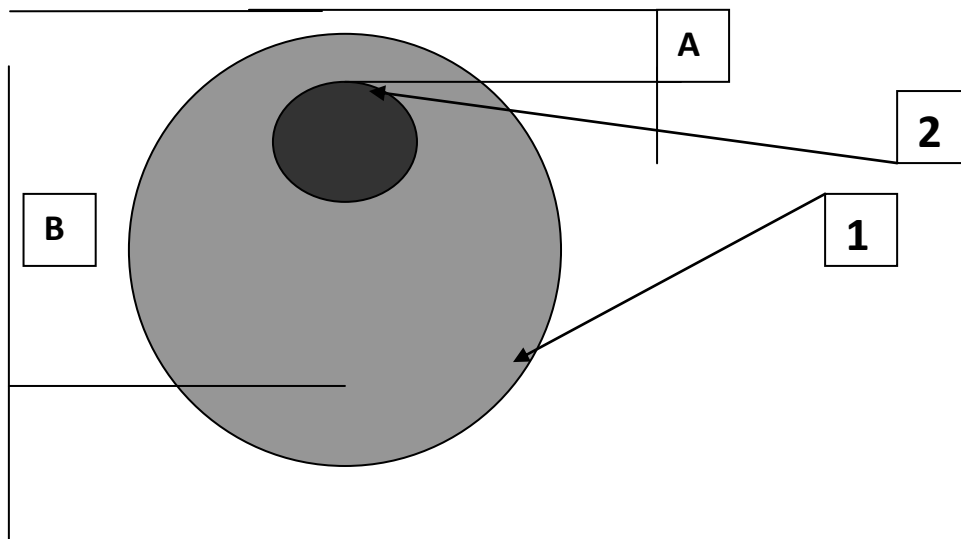


Рисунок В.7 - Измерение процента поляризации ооцита осетровых рыб
1 – ооцит (икринка), 2- ядро ооцита, А – расстояние от анимального полюса до ядра, В - общая длина ооцита

Работа с производителями по получению икры и содержанию их в садках

Передерживание производителей в зимний период

Во время зимовки у самок происходит дозревание ооцитов, зимовка рыбы проводится с плотностью посадки 30 кг/ м². Во время зимнего содержания кормление не проводится. При отсутствии ледяного покрова необходимо проводить 2 раза в месяц для проверки физиологического состояния рыбы, а так же для устранения не производительных потерь зимующих особей.

Получение половых продуктов

Процесс получения половых продуктов включает в себя следующие технологические операции:

- высадка зрелых самок в садки для получения икры;
- инъекцирование производителей;
- получение половых продуктов;
- реабилитация самок после получения икры.

Участок по получению пищевой икры состоит из инъекционных бассейнов или садков. Площадь одного бассейна или садка рассчитана на содержание одновременно не менее 30 самок русского осетра общей массой около 390 кг, 100 самок стерляди общей массой около 200 кг, 4 самок белуги общей массой 320 кг. Данное количество рыб для одновременного получения икры обусловлено практическим опытом работы рыбоводных предприятий, специализирующихся на работе с осетровыми рыбами. Наличие большего количества рыб в бассейне затрудняет работу и приводит к травматизации рыб при манипуляциях с ними. При плотности посадки порядка 30 кг/м² площадь одного бассейна или садка составит 25 м².

Максимальное количество производителей, которые возможно обработать в течение одних суток (одна партия) по видам, может составить по стерляди - 100 самок (1 бассейн или садок), по русскому осетру - 60 самок (2 бассейна или садка), по белуги - 8 самок (2 бассейна или садка).

Следовательно, количество партий по получению икры при выходе комплекса на кг пищевой икры в год составит:

- Стерлядь - 1557 самок: 100 = 16 партий;
- Белуга - 2 самок: 8 = 0,25 партий;
- Русский осетр - 1747 самок: 60 = 29 партий.

Итого: 45 партий

На участке по получению икры самок не кормят.

Подготовка зрелых самок для получения икры

Оптимальные температуры созревания самок стерляди, белуги и русского осетра составляют 12 – 18 °С. Среднемесячные температуры водоисточника в марте составят - 2° С, в апреле – 7 ° С, в мае – 12, 8 ° С, в первой половине июня - 18, 3 градуса. За аналог взяты температуры воды для VI рыбоводной зоны, к которой относится Республика Дагестан (по классификации принятой в СССР).

В мае - июне можно работать на естественных температурах водоисточника. Учитывая, что период нерестовых температур в водоисточнике составляет около одного месяца и длится с середины мая до середины июня, получить пищевую икру от всех особей технически возможно.

Рыб пересаживают в инъекционные бассейны, температура воды в которых равна температуре воды в предыдущих бассейнах или садках, и выдерживают в течение суток (адаптация к новым условиям содержания.). Затем самок выдерживают в течение 3 дней на нерестовой температуре. После вывода самок на нерестовый режим проводят инъекцирование рыбы для получения овулированной икры прижизненным способом.

Для получения 4000 кг пищевой икры необходимо провести работу с 45 партиями самок, поэтому начинать нерестовую кампанию не позднее 10 мая.

В таблице В.8 представлены сроки работы с партиями самок в нетрадиционные ранние и традиционные сроки в зависимости от среднемесячных температур представленных выше. В традиционные сроки естественные нерестовые температуры водоисточника - от 12 до 18°C. Время на адаптацию рыбы после перевода в бассейны составит одни сутки. Срок созревания самок после инъекцирования составляет при температуре воды в бассейнах 14-18°C в среднем одни сутки. Время получения икры займет одни сутки.

Таблица В.8 - Сроки работы с партиями самок в нетрадиционные ранние и традиционные сроки в зависимости от среднемесячных температур

Месяц	Время для проведения работы с самками 1 тур					
	Адаптация производителей	Содержание на нерестовом режиме	Созревание после инъекцирования	Получение пищевой икры	Реабилитация самок	Всего суток
Май	1	3	1	1	2	8
Июнь	1	3	1	1	2	8

Следовательно, срок работы с одной партией самок займет в мае - 8 суток, в июне - 8 суток. Возможно провести за май три тура, за первую половину июня два тура. Всего за нерестовую кампанию реально провести 5 туров получения икры. *Тур – комплекс мероприятий*, включающий в себя адаптацию производителей, вывод и содержание их на нерестовом режиме, инъекцирование, получение икры и реабилитацию самок после операции. Получение пищевой икры предлагается проводить по следующему графику, представленному в таблице В.9.

Таблица В.9 - Получение пищевой икры по месяцам

Месяц	Количество самок						Итого:	
	Стерлядь		Белуга		Рус. осетр.			
	шт.	кг	шт.	кг	шт.	кг	шт.	кг
Май	1557	2593	2	140	1300	17554	2859	20076
Июнь					447	6036	447	6036
Всего	1557	2593	2	140	1747	23590	3306	26012

Инъекцирование производителей

Существуют два способа стимулирования овуляции и спермации у осетровых - экологический и гормональный.

В настоящее время все осетровые рыбоводные предприятия используют гормональный способ стимулирования созревания производителей с помощью гипофиза и его заменителей [6]. Экологический способ стимулирования созревания половых продуктов не вышел далее границ опыта.

Дозы введения гипофиза - 2-3 мг / кг массы производителя. Также можно использовать глицериновую вытяжку из гипофиза, что значительно сокращает срок подготовки препарата к использованию. Делают дробные и однократные инъекции рисунок В.8.

Результаты применения различных по кратности инъекций показал практически одинаковые результаты по срокам созревания и проценту созревших производителей.



Рисунок В.8 - Инъекция самок

В настоящее время многие осетровые заводы, в том числе и рыбноводная компания Дагестана, используют «сурфагон». «Сурфагон» - синтетический аналог люлиберина, предложенный Б.Ф.Гончаровым. Этот препарат стимулирует не процесс овуляции яйцеклеток как гипофиз, а синтез и секрецию гонадотропного гормона самого реципиента. Доза введения данного препарата составляет 2-3 микрограмм на 1кг массы производителя. Сурфагон более дешевый по сравнению с гипофизом препарат (в 50-100 раз). При цене гипофиза 10-15 рублей за 1 миллиграмм, 1 микрограмм сурфагон стоит 12- 25 копеек. Хорошие рыбноводные результаты при использовании сурфагона получают в традиционные сроки работы с производителями. Существуют графики созревания первых самок стерляди, белуги и русского осетра после инъектирования при различных температурах. Сроки созревания самок приведены в таблице В.10.

Таблица В.10 - Сроки созревания самок стерляди, белуги и русского осетра при различных температурах

Температура воды °С	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Стерлядь	52,1	45,4	39,4	31,8	29,5	25,6	22,4	20	18,2	17,2	16,9
Белуга	43,9	39,7	35,6	34,1	28,1	24,6	21,3	20	18,1	16,9	16,5
Рус. осетр	52,1	45,4	39,4	31,8	29,5	25,6	22,4	20	18,2	17,2	16,9

Прижизненное получение овулировавшей икры

Особенности анатомического строения половой системы самок осетровых не позволяют сцеживать у них икру так же легко, как у самок костистых рыб. Известно несколько подходов к решению этой проблемы: частичное вскрытие брюшной полости с последующим наложением хирургических швов, надрезание яйцевода.

У самок осетровых при сцеживании выделяется только порция икры, поступившая из полости тела в яйцеводы. Процедура сцеживания икры от одной самки может затягиваться до 6-12 часов, что неприемлемо для промышленного использования.

Частичное вскрытие брюшной полости у созревших самок с последующим наложением хирургических швов (метод «кесарева сечения») было предложено И.А. Бурцевым [7] для получения икры от выращенных в пруду гибридов осетровых рыб. Метод получил широкое распространение в оригинальном варианте и в различных модификациях. Недостатками метода являются сложность, значительное травмирование рыбы, трудоемкость и длительность. При нарушении техники оперирования развиваются тяжелые осложнения, приводящие к гибели рыб.

Наибольшую популярность в последние годы приобрел метод получения овулировавшей икры через надрез в яйцеводе, разработанный в 1983-1986 гг. Подушкой С.Б [8]. Метод доступен после обучения любому рыбоводу, позволяет быстро получать овулировавшую икру у больших партий рыб, дает минимальную травматизацию самок.

Анатомической предпосылкой для предложенного С.Б. Подушкой [8] метода является особенность взаимного расположения яичников и яйцеводов в полости тела самок осетровых рисунок В.9. Овулировавшая икра стекает с яичников в брюшную полость и поступает затем в яйцеводы, представляющие собой две длинные трубки, расположенные в дорзо-вентральных частях брюшной полости. Воронки яйцеводов значительно

удалены от генитального отверстия в краниальном направлении, поэтому при попытках одномоментного сцеживания овулировавшая икра, находящаяся в брюшной полости, сдавливает их стенки, что приводит к полному нарушению их проходимости. После надреза каудального участка одного из яйцеводов овулировавшая икра может поступать к генитальному отверстию непосредственно из полости тела, минуя яйцеводы, и сцеживание икры осуществляется за несколько минут легкими массирующими движениями.

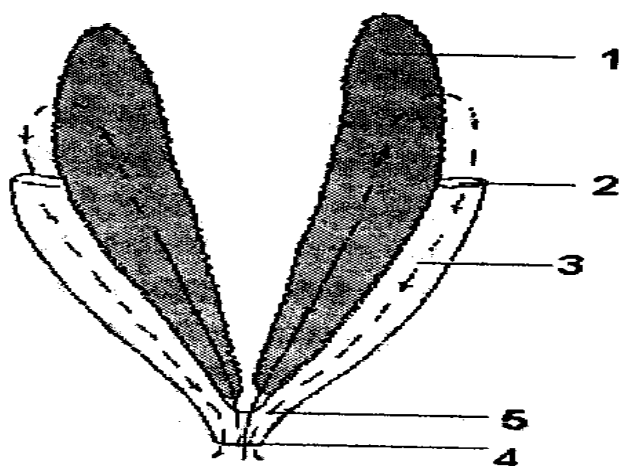


Рисунок 9. Взаимное расположение яичников и яйцеводов в полости тела осетровых: 1 – яичник; 2 – воронка яйцевода; 3 – яйцевод; 4 – генитальное отверстие; 5 – место надреза. Пунктирная линия показывает путь овулировавшей икры при естественном нересте, сплошная линия – при сцеживании после надрезания яйцевода

Для осуществления операции необходим скальпель, ширина лезвия которого должна быть меньше диаметра генитального отверстия оперируемой рыбы. О начале овуляции судят по размягчению брюха и выделению из генитального отверстия отдельных овулировавших икринок. При поднятии созревшей самки за хвост можно наблюдать выраженное западение задней части брюшной стенки и отделение созревшей икры струей при изгибании туловища рыбы.

Непосредственно перед операцией самку извлекают из воды, завязав полотенцем область генитального отверстия для предотвращения утечки овулировавшей икры и фиксируя ее на операционном столе с помощью

длинных кусков плотной ткани, обернутых вокруг головы и хвоста. В сцеживании икры обычно участвует не менее трех - пяти человек.

Рыбу размещают на операционном столе рисунок В.10 на правом боку так, чтобы ее хвостовой стебель находился на весу. Брюхо и хвостовой стебель протирают сухим полотенцем, чтобы предотвратить попадание воды и слизи в тазик с икрой. Первоначально сцеживают икру из яйцеводов. После прекращения отделения икры выполняют небольшой надрез каудальной части одного из яйцеводов. Разрез осуществляют небольшим усилием, направляя режущий край скальпеля в вентральную сторону. У крупных и среднего размера рыб индивидуальные морфологические особенности каудальных частей яйцеводов перед надрезанием яйцевода легко могут быть изучены пальпацией.

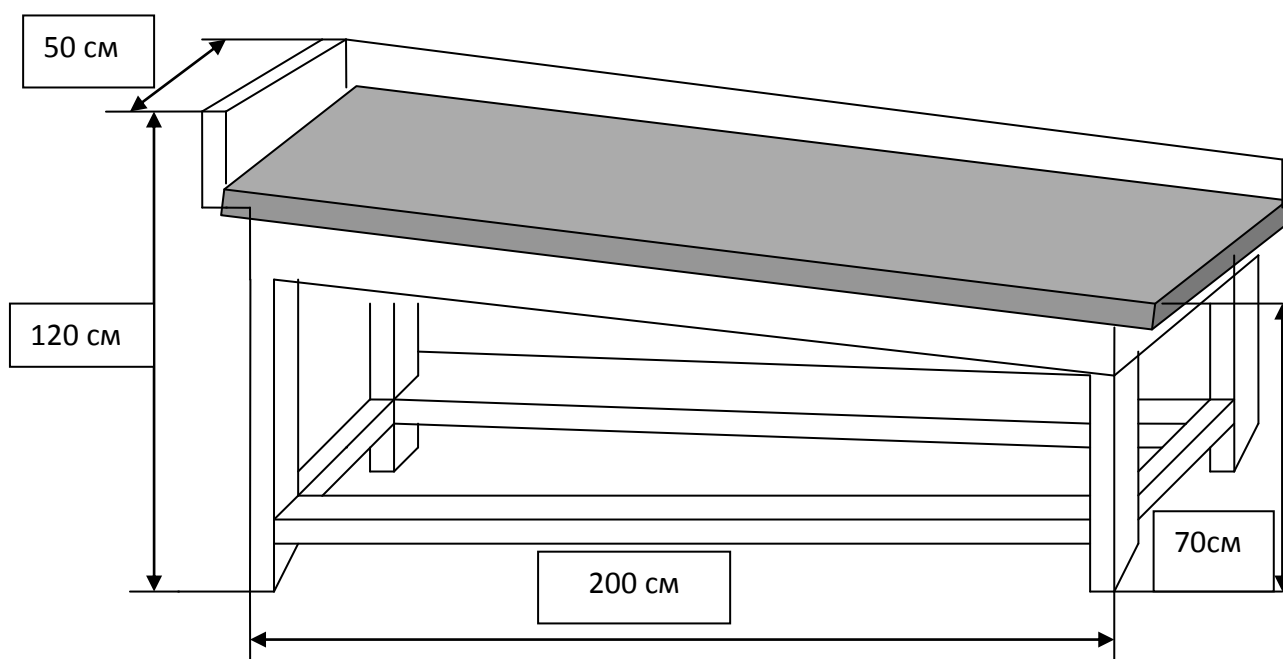


Рисунок В.10 - Операционный стол для получения икры

После выполнения надреза яйцевода поступление икры через генитальное отверстие возобновляется. Сцеживание икры осуществляют, удерживая рыбу на боку и массируя ей брюхо мягкими частыми отжимающими движениями – от его краниальной части к каудальной

рисунок В.11. По окончании свободного отделения сцеживаемой икры рыбу следует поднять головой вверх и согнать остатки икры к генитальному отверстию, поглаживая и потряхивая рукой область брюха. После этого удастся обычно получить еще некоторое количество икры. При появлении в отделяемой икре крови сцеживание следует прекратить. Сильное сдавливание области брюха при сцеживании икры недопустимо, так как это травмирует икру и внутренние органы самки.



Рисунок В.11 - Получение икры

Первое сцеживание извлекает 80-90% овулировавшей икры и примерно через час целесообразно провести второе сцеживание, а у наиболее крупных рыб – и третье. Необходимость в повторном сцеживании обычно возникает при неполной овуляции к моменту операции. При работе с самками стерляди, бестера, сибирского и русского осетра, севрюги в подавляющем большинстве случаев достаточно бывает однократного сцеживания.

Икра для пищевого производства от каждой самки отбирается в отдельную тару согласно принятой технологии производства пищевой икры

Реабилитация самок после получения икры

По окончании операции прижизненного получения икры необходимо проведение профилактических мероприятий: обработка поверхностных

повреждений растворами антисептиков и введение антибиотиков для предупреждения воспалительных процессов. Для снятия воспалительных процессов самок после получения икры делают внутримышечные инъекции антибиотиков (ампицилин, гентамицин, окситетрациклин). В зависимости от активности используемых препаратов инъекции проводят от одного до пяти-семи раз с интервалом в одни сутки.

Окситетрациклин инъектируют однократно из расчета 1мл препарата на 10 кг веса самок. Ампицилин, гентамицин вводят не менее 3-5 раз. В течение 2 -3 дней отмечается выделение через генитальное отверстие остатков овулировавшей икры и серозно-геморрагической жидкости. Общее состояние рыб обычно остается удовлетворительным. Гибели рыб в послеоперационном периоде практически не бывает. Однако если нарушается техника операции, грубо выполняются манипуляции с рыбой, особенно на этапе сцеживания икры, возможен отход производителей вследствие травматического повреждения внутренних органов и развития шокового состояния.

Реабилитация и вывод рыбы на естественный температурный режим с шагом 2°С в сутки занимает в среднем в марте шесть суток, в апреле - трое суток, в мае - двое суток, в июне - двое суток.

Контроль за состоянием отработанных самок в садках проводить систематически, чтобы не допускать отхода рыб, и своевременно проводить необходимые мероприятия по их реабилитации.

Содержание производителей после получения половых продуктов

Содержание в весенне-летний период в бассейнах или садках включает в себя:

- кормление,
- контроль за условиями содержания выращиваемых рыб;
- контроль за физиологическим и ихтиопатологическим состоянием производителей;

Кормление

Отработанных самок начинают кормить при температуре воды в садках 3-6°C. При снижении температуры воды в водоисточнике до температуры воды в системе бассейнов УЗВ (22-25° С), самок переводят для зимнего содержания и кормления. Нормы кормления изменяются в зависимости от температуры воды водоисточника и составляют 0,2 – 1 % от массы рыбы. Ежедневно проводят контроль за поедаемостью корма и состоянием рыбы. Кормление ведут с автоматических кормушек, установленных на садках.

Контроль условий содержания рыбы

При весенне-летнем содержании самок в садках необходимо проводить гидрохимический мониторинг среды содержания рыбы. При определении показателей следует пользоваться стандартными методиками. Постоянный контроль производят за следующими показателями:

- температура воды в садках. Измерения производят раз в сутки с помощью водяного термометра;
- содержание кислорода в воде. Измерения производят при помощи кислородного датчика или методом Винклера раз в сутки.

Не реже одного раза в неделю производят измерение:

- рН водной среды;
- нитраты (могут накапливаться и тормозить процессы нитрификации);
- нитриты – промежуточный и токсичный продукт неполного разложения азотосодержащих органических веществ. Рыбы иногда выдерживают концентрацию до 1-2 мгN/л., но непродолжительное время. Темп роста при этом снижается. Нитриты определяют колориметрическим методом с реактивом Грисса.
- аммонийный азот и свободный аммиак. Ионы аммония в широком диапазоне ($\text{NH}_4^+ > 10 \text{ мгN/л.}$) не оказывают заметного влияния на рыбу. Токсичным является свободный аммиак, который замедляет темп роста

рыбы. Определение суммы аммонийного азота и аммиака проводят методом Несслера.

- уровень органического загрязнения оценивают по бихроматной (ХПК) или перманганатно окисляемости.

Контроль за выращиваемой рыбой

Во избежание случаев заболевания рыбы необходимо проведение профилактических мероприятий:

- обеспечение правильного водоснабжения;
- содержание в чистоте оборудования и всех производственных помещений;
- проведение дезинфекции садков перед эксплуатацией хлорной и негашеной известью с последующим их осушением;
- организации правильного кормления;
- контроля качества кормов.

В качестве профилактических и лечебных средств предусматривается использование следующих препаратов: краситель основной фиолетовый «К», марганцовокислый калий, хлорная известь. Малахитовая зелень не рекомендуется к применению в связи с ее канцерогенностью. Доза применения используемых препаратов для профилактической обработки: основного фиолетового «К» и марганцовокислого калия - 2-4 г/м³. Время экспозиции: для марганцовокислого калия – 2 часа, для основного фиолетового «К» -3 часа при температуре 20-22°С.

В процессе выращивания осетровых рыб необходимо осуществление постоянного контроля за ее эпизоотическим состоянием. Для этого ежедневно проводят наблюдения за поведением рыбы, и не реже 1 раза в неделю осуществляют тщательный выборочный осмотр покровов тела рыбы с целью обнаружения признаков заболевания или наружных паразитов.

Для борьбы с эктопаразитическими простейшими используются:

- марганцовокислый калий –6-10 г/м³ при экспозиции 0,5-1,0 час и

температуре воды 20-22°C.

- основной фиолетовый К-0,5 г/м³ при экспозиции 4 часа и температуре воды 24°C.

Возможная периодичность профилактики – 1 раз в неделю.

При зарыблении бассейнов или садков производится профилактическая обработка с использованием 5% раствора поваренной соли. Время экспозиции зависит от количества обрабатываемой рыбы, ее размера и физиологического состояния. Ориентировочно продолжительность обработки составляет 10-15 минут. Обработку производят в виде ванн.

Предусматривается 10-дневный курс профилактического кормления с применением левомицитина из расчета 0,5 г на 1 кг корма и фуразолидона - 0,6г на 1 кг корма.

Все производственные емкости – бассейны, садки - не реже 1 раза в год должны подвергаться дезинфекции и дезинвазии.

В Приложениях представлены нормы кормления рыб, а также необходимое количество кормов для всех групп рыб с учетом температурного режима на весь период выращивания.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На фоне обвального спада запасов каспийских осетровых альтернативным направлением в сохранении приоритета по производству этих ценных видов рыб для пищевых целей, а также генофонда редких и исчезающих видов, является развитие товарного осетроводства. Примером могут служить результаты, достигнутые в этом направлении в ряде стран Европы, Америки, Китая и др. Значительные возможности в развитии осетроводства имеются в Дагестане, обладающий громадным водным потенциалом. Осетровые являются прекрасными объектами одомашнивания. Большинство из них характеризуются высоким темпом роста и массонакоплением, эффективно использующих разнообразную пищу [8]. Они эвритермны (диапазон толерантности от 1,5 до 27-30°C), эвригалийны,

устойчивы неприхотливы к разным манипуляциям, обладают высоким иммунным статусом.

Благодаря высокой энергетической обеспеченностью эмбрионов и личинок, упрощается переход последних экзогенное питание. Эти качества весьма благоприятствуют их использованию в рыбоводстве [9]. В тоже время слабая поддержка государства является сдерживающим фактором интенсификации этого направления в аквакультуре. Как известно Дагестан располагает огромным водным фондом, в частности системой водохранилищ. Однако за последние годы нарушение режима попусков воды из водохранилищ, а также не редкость маловодных весенних паводков, обводнение этих водоемов характеризуется крайней нестабильностью.

В результате не исключаются риски в развитии товарного осетроводства в этих водоемах. В тоже время р. Терек, с ее придаточными водотоками, а также коренной дельту позволяют развивать здесь крупную индустрию выращивания чистых видов. Однако, если биология и биотехнология выращивания этих рыб в настоящее время изучена и разработана достаточно полно, то техническая сторона этого существенно отстает. Поэтому, предлагаемая нами технология позволяют культивировать этих рыб в бассейна или садках, в том числе и в шлюзах вододелителя за счет организации комплексов садкового типа как наименее затратной технологии.

Список используемой литературы

1. Багров, А.М. Разработка и освоение биотехники товарного осетроводства / А.М. Багров // Аквакультура начала 21 века: истоки, состояние, стратегия развития. – 2002. – С. 71-74.
2. Никольский, Г.В. Частная ихтиология / Г.В. Никольский – М.: Высшая школа 1971.- 471 с.
3. Сокольский, А.Ф. Биопродуктивность малых озер / А.Ф. Сокольский. – Астрахань, 1990. – 165с.
4. Сокольский, А.Ф. Западные подстепные ильмени дельты реки Волги /

- А.Ф. Сокольский, Н.И. Сокольская, Е.А. Сокольская. – Астрахань, 2015. – 104с.
5. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран / Л.С. Берг. – М.Л., 1948. – Ч. I. – 466 с.
 6. Гербильский, Н.Л. Метод гипофизарных инъекций его роль в рыбоводстве / Н.Л. Гербильский // Сб. «Метод гипофизарных инъекций его роль в воспроизводстве рыбных запасов». – Л.: Изд-во ЛГУ, 1941. – 30с.
 7. Авторское свидетельство СССР № 24 47 93. Способ получения икры от самок осетровых рыб / Бурцев И.А. – Приоритет. – 1969.
 8. Авторское свидетельство СССР № 141 20 35. Способ получения икры от самок осетровых рыб / Подушка С.Б. – Приоритет. – 1986.
 9. Карпевич, А.Ф. О биологической стоимости рыб разного трофического уровня. О выборе рыб для аквакультур и акклиматизации / А.Ф. Карпевич // Тр. ВНИРО. – Москва, 1970. –Т.76. – С. 7-56.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
АКТЫ И ОТЧЕТЫ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОЧИХ МЕСТ

УТВЕРЖДАЮ
Ректор ИГУ

М.Х. Рабаданов
2015 г.

АКТ

**по организации рабочих мест по Соглашению
о предоставлении субсидии от 20 октября 2014 г. № 14.574.21.0109,
догосоглашению № 1 от 05 мая 2015 г.**

Мы, нижеподписавшиеся, рабочая комиссия в составе:

Председателя: Гаджиева Н.Г. – д.э.н., профессора, проректора по экономике и финансам


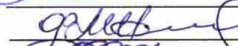

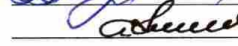
Членов комиссии: - Ашурбекова Н.А. – д.ф-м.н., профессора, проректора по научной работе и инновациям; - Мухтарова П.Н. - проректора по АХР; - Загирбековой М.С. – главного бухгалтера; - Абдурахманова Г.М. – д.б.н., профессора, декана эколого-географического факультета, ответственного исполнителя проекта,

составили настоящий акт в том, что по Соглашению о предоставлении субсидии от 20 октября 2014 г. № 14.574.21.0109, допсоглашению № 1 от 07 мая 2015 г. «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях», проводимой по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы», организованы рабочие места на 6 ставок специалистов для выполнения работ по научно-информационному обеспечению выполнения проекта:

Заключение

1. Комиссия установила, что все работы, предусмотренные Планом-графиком Соглашения о предоставлении субсидии от 20 октября 2014 г. № 14.574.21.0109, допсоглашения № 1 от 07 мая 2015 г. от выполнены в полном объеме.

Председатель комиссии  Гаджиев Н.Г.

Члены комиссии:
 Ашурбеков Н.А.
 Мухтаров П.Н.
 Загирбекова М.С.
 Абдурахманов Г.М.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования

**«ДАГЕСТАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

367002, Республика Дагестан, г. Махачкала,
ул. М. Гаджиева, 43А,
телефон/факс: (8722) 68-23-26
e-mail: dgu@dgu.ru <http://www.dgu.ru>

7.04.2015г. № 13-13/1806

Заместителю директора Департамента
науки и технологий Минобрнауки России
А. П. Антропову

БУХГАЛТЕРСКАЯ СПРАВКА

ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет» организовал рабочие места за счет средств, полученных от Индустриального партнера ОАО «Корпорация развития Дагестана» в сумме 1 548 000 руб. на внебюджетный счет ДГУ в УФК по РД в рамках Соглашения № 14.574.21.0109 от 20 октября 2014 г., допсоглашения № 1 от 07 мая 2015 г. по софинансированию проекта «Разработка методов комплексного мониторинга, оценки, сохранения биологического разнообразия и прогнозных расчетов вероятности поражения экосистем побережий и акваторий Среднего Каспия при аварийном сбросе нефти на шельфовых месторождениях» за 2015 год, выполняемому по ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 - 2020 годы». За счет указанных средств произведены расходы по 2 этапу «Теоретические исследования поставленных перед ПНИ задач»:

1. организованы рабочие места на 6 ставок специалистов для выполнения работ по научно-информационному обеспечению выполнения проекта с объемом оплаты труда 703 627,2 руб.

2. оплата пошлины за подачу заявки на патент – 4 100,0 руб.

Ректор ДГУ

Главный бухгалтер



М.Х. Рабаданов

М.С. Загирбекова

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

ЗАЯВКА НА ПАТЕНТ

ДАТА ПОСТУПЛЕНИЯ оригиналов документов заявки	(21) РЕГИСТРАЦИОННЫЙ №	ВХОДЯЩИЙ №
(85) ДАТА ПЕРЕВОДА международной заявки на национальную фазу		
<input type="checkbox"/> (86) <small>(регистрационный номер международной заявки и дата международной подачи, установленные получением ведомством)</small> <input type="checkbox"/> (87) <small>(номер и дата международной публикации международной заявки)</small>	АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ <small>(полный почтовый адрес, или его сокращенные адреса)</small> 367000, РД, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 43-А, ДГУ, УИСИД Телефон: (8 8722) 67-61-50; 67-58-17 Факс: (8 8722) 67-61-50 E-mail: АДРЕС ДЛЯ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ <small>(используется при подаче заявки на секретные изобретения)</small>	
ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента Российской Федерации на изобретение	В Федеральную службу по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Бережковская наб., 30, корп.1, Москва, Г-59, ГСП-5, 123995	
(54) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ «Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза»		
(71) ЗАЯВИТЕЛЬ <small>(Указывается полное имя или наименование (согласно учредительному документу), место жительства или место нахождения, включая название страны и полный почтовый адрес)</small> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» 367000, РД, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 43-А, ДГУ Указанное лицо является <input type="checkbox"/> государственным заказчиком <input type="checkbox"/> муниципальным заказчиком, исполнитель работ _____ <small>(указать наименование)</small> <input checked="" type="checkbox"/> исполнителем работ по <input checked="" type="checkbox"/> государственному <input type="checkbox"/> муниципальному контракту, заказчик работ Минобрнауки РФ, Соглашение №14.574.21.0109 от 20 октября 2014 г.		ОГРН 1020502631621 КОД страны по стандарту ВОИС ST. 3 <small>(если он установлен)</small> RU
(74) ПРЕДСТАВИТЕЛЬ(И) ЗАЯВИТЕЛЯ Указанное(ые) ниже лицо(а) назначено(назначены) заявителем(заявителями) для ведения дел по получению патента от его(их) имени в Федеральной службе по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам Фамилия, имя, отчество (если оно имеется) Ашурбеков Назир Ашурбекович, проректор по научной работе и инновациям Адрес: 367000, РД, г. Махачкала, ул. М.Гаджиева, 43-А		Является <input checked="" type="checkbox"/> Патентным(а) поверенным(а) <input type="checkbox"/> Иным представителем Телефон: 8 8722 67-61-50 Факс: 8 8722 67-61-50 E-mail:
Срок представительства <small>(указывается в случае назначения иного представителя без представления доверенности)</small>		Регистрационный (е) номер (а) патентного(ых) поверенного(их)

(72) Автор <i>(указывается полное имя)</i>	Полный почтовый адрес места жительства, включающий официальное наименование страны и ее код по стандарту ВОИС ST. 3	
Абдурахманов Гайирбег Магомедович	367000, Россия(11), РД, г. Махачкала, ул. Амирханова, д. 30, кв.7	
Даудова Мадина Гасан-Гусейновна	367000, Россия(11), РД, г. Махачкала, ул. Николаева, д. 10-А. кв.61	
Гаджиев Алимурад Ахмедович	368530, Россия(11), РД, Карабудахкентский район, с. Карабудахкент, ул. Сафронова, д. 9, кв.1	
ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛАГАЕМЫХ ДОКУМЕНТОВ:		
	Кол-во л. в 1 экз.	Кол-во экз.
<input checked="" type="checkbox"/> описание изобретения	11	3
<input type="checkbox"/> перечень последовательностей		
<input checked="" type="checkbox"/> формула изобретения (кол-во пунктов формулы)	1	3
<input checked="" type="checkbox"/> чертеж(и) и иные материалы	-	-
<input checked="" type="checkbox"/> реферат	1	3
<input checked="" type="checkbox"/> документ об уплате патентной пошлины <i>(указать)</i> За подачу заявки и за проведение экспертизы по существу	1	1
<input type="checkbox"/> документ, подтверждающий наличие оснований <input type="checkbox"/> для освобождения от уплаты патентной пошлины <input type="checkbox"/> для уменьшения размера патентной пошлины <input type="checkbox"/> для отсрочки уплаты патентной пошлины		
<input type="checkbox"/> копия первой заявки <i>(при испрашивании конвенционного приоритета)</i>		
<input type="checkbox"/> перевод заявки на русский язык		
<input checked="" type="checkbox"/> доверенность	1	1
<input checked="" type="checkbox"/> другой документ <i>(указать)</i> Ходатайство о проведении экспертизы по существу	1	1
Фигуры чертежей, предлагаемые для публикации с рефератом _____ <i>(указать)</i>		

ЗАЯВЛЕНИЕ НА ПРИОРИТЕТ (Заполняется только при испрашивании приоритета более раннего, чем дата подачи заявки)

Прошу установить приоритет изобретения по дате

1 подачи первой заявки в государстве-участнике Парижской конвенции по охране промышленной собственности

(п.1 ст.1382 Гражданского кодекса Российской Федерации) (далее - Кодекс)

2 поступления дополнительных материалов к более ранней заявке (п.2 ст. 1381 Кодекса)

3 подачи более ранней заявки (п.3 ст.1381 Кодекса)

(более ранняя заявка считается отозванной на дату подачи настоящей заявки)

4 подачи/приоритета первоначальной заявки (п. 4 ст. 1381 Кодекса), из которой выделена настоящая заявка

№ первой (более ранней, первоначальной) заявки

Дата испрашиваемого приоритета

(33) Код страны подачи по стандарту **ВОИС СТ. 3**
(при испрашивании конвенционного приоритета)

1.

2.

3.

ХОДАТАЙСТВО ЗАЯВИТЕЛЯ:

осуществить публикацию сведений о заявке ранее установленного срока (п.1 ст. 1385 Кодекса)

начать рассмотрение международной заявки ранее установленного срока (п.1 ст. 1396 Кодекса)

провести экспертизу заявки на изобретение по существу (п.1 ст. 1386 Кодекса)

Подпись

**Проректор по научной работе
и инновациям, профессор**



Н.А. Ашурбеков

Подпись заявителя или патентного поверенного, или иного представителя заявителя, дата подписи (при подписании от имени юридического лица подпись руководителя или иного уполномоченного на это лица удостоверяется печатью)

Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза

Изобретение относится к ветеринарии и медицине, в частности, к способу окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза и может быть использовано в гистологии при морфологических исследованиях в патологической анатомии, цитологии, судебной медицине.

Известен способ окраски мазков крови по Романовскому-Гимза, заключающийся в однократном помещении мазков крови в раствор красителя с дальнейшим промыванием дистиллированной водой и высушиванием на открытом воздухе (см. Меркулов Г.А. «Курс патологогистологической техники» Издательство Медицина – Ленинградское отделение, 1969, с. 423).

Недостатками данного способа являются:

- рабочий раствор не долго сохраняет свои свойства красителя, быстро портится и не может быть использован для повторного окрашивания;
- качество и скорость окрашивания зависят от температуры окружающей среды, т.е., чем ниже температура, тем продолжительнее окрашивание.

Известен способ окраски гистологических срезов гематоксилином и эозином, включающий использование основного красителя гематоксилина, окрашивающего базофильные клеточные структуры ярко-синим цветом, и спиртового кислого красителя эозина Y, окрашивающего эозинофильные структуры клетки красно-розовым цветом, при этом базофильные структуры, как правило, это те, которые содержат нуклеиновые кислоты (ДНК и РНК): клеточное ядро, рибосомы и РНК-богатые участки цитоплазмы. (см. Сапожников А.Г., Доросевич А.Е. Гистологическая и микроскопическая техника. Смоленск: САУ, 2000, с. 190-191).

Недостатками данного способа является то, что раствор красителя наносится на гистологический срез содержащий известковую капсулу внутри

которой находятся трихинеллы, раствор красителя не проникает через известковую капсулу, что может служить причиной получения некачественно окрашенных препаратов, в этом случае проводят декальцинацию известковой капсулы, воздействуя 5-8%-ными растворами органических кислот: соляной или азотной или уксусной и другими. В процессе декальцинации раствор красителя проникает к трихинеллам, но кислоты разрушают ткани окружающие капсулу, вызывают структурные изменения трихинелл, что затрудняет дифференциальную диагностику трихинеллеза и других паразитов, например, саркоцистоза животных и проведение объективной оценки уровня гистоморфологических изменений в местах локализации паразитов (в тканях, окружающих капсулу с паразитами, трихинеллами).

Известен способ окраски гистологических препаратов, заключающийся в окраске гистологических срезов метиловым зеленым и пиронином, при этом дополнительно используют 2%-й водный раствор соли прочного синего ББ, которым предварительно протравливают препарат до нанесения смеси красителя, через 5 мин сливают раствор и на срез наносят по 2 капли 2%-ого водного раствора соли прочного синего ББ и смеси красителя следующего состава: 0,6 г метилового зеленого, 0,4 г пиронина, 20 мл глицерина и 80 мл дистиллированной воды; для дифференцировки ядер используют 96° этиловый спирт (см. пат. RU № 2202776, МПК G 01 N 1/30, опубл. 20.04.2003г.).

Недостатком данного способа является нестабильное окрашивание клеток и клеточных структур.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому положительному эффекту и принятый авторами за прототип является способ окраски гематоксилин-эозином, включающий удаление парафина из срезов в ортоксилале или толуоле, проведение по спиртам нисходящей концентрации доведение до воды (две порции ксилала или толуола – 3-5 минут, 96° этанол – 3 минуты, 80° этанол – 3 минуты, 70° этанол – 3 минуты, дистиллированная

вода – 5 минут), окрашивание гематоксилином 7-10 минут (в зависимости от зрелости красителя), промывание в дистиллированной воде – 5 минут, дифференцирование в 1% - е соляной кислоты на 70° этаноле до побурения срезов, промывание дистиллированной водой, а затем слабым (0,5 %) раствором аммиака до посинения срезов, окрашивание водным раствором эозина 0,5-1 минуту (в зависимости от желаемой окраски), промывание в трех порциях дистиллированной воды для удаления избытка эозина, удаление воды из срезов в одной порции 70° этанола, двух порциях 96° этанола, экспозиция в каждой порции спирта – 2 минуты, просветление срезов в двух порциях карбол-ксилола (смесь расплавленного фенола и ксилола либо толуола в соотношении 1:4 или 1:5) – 1 минута, затем производят окончательное обезвоживание срезов в двух порциях ксилола или толуола, пребывание срезов 2 минуты, с последующим заключением срезов в канадский бальзам или синтетическую среду для заключения гистологических срезов (см. Большая медицинская энциклопедия).

Недостатком данного способа является то, что некоторые структуры плохо прокрашиваются гематоксилином и эозином (как правило, гидрофобные) и требуют иных методов окраски, например, участки клеток, богатые липидами и миелином, остаются неокрашенными: адипоциты, миелиновая оболочка аксонов нейронов, мембрана аппарата Гольджи и др.

Задачей предполагаемого изобретения является разработка способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, обладающего стабильностью окрашивания клеток и клеточных структур, исключающего необходимость декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждение трихинеллы и созданием предпосылок для проведения объективной диагностики.

Технический результат, который может быть получен с помощью предлагаемого изобретения, сводится к стабильности окрашивания клеток и клеточных структур, исключению необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждению трихинеллы и

созданию предпосылок для проведения объективной диагностики.

Технический результат достигается с помощью способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза.

Таким образом, например, в лабораториях ветеринарной - санитарной экспертизы на рынках для диагностики трихинеллез применяют компрессорную трихинеллоскопию (см. Методические указания МУК 4.2.2747-10 (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 11 октября 2010 г.), однако в замороженном мясе животных (например, медведь, барсук) обнаружить трихинелл трудно, так как при его консервировании низкими температурами вода из капсул паразита вымораживается, а после дефростации они заполняются мясным соком. Мясной сок имеет цвет мяса, поэтому трихинеллы становятся незаметными, а с помощью предлагаемого способа, именно добавлением диметилсульфоксида исключается декальцинация известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждение трихинеллы и создаются предпосылки для проведения объективной диагностики, при этом диметилсульфоксид (ДМСО) представляет собой вязкую бесцветную жидкость, почти без запаха, при смешивании с водой сильно нагревается и является важным биполярным апротонным растворителем, менее токсичен, чем другие представители этой группы, такие как диметилформамид, диметилацетамид, N-метилпирролидон, благодаря своей сильной растворяющей способности, ДМСО часто используют как растворитель в химических реакциях с участием неорганических солей, в частности в реакциях нуклеофильного замещения, кислотные свойства ДМСО выражены слабо, поэтому он стал важным растворителем в химии карбоанионов, из-за высокой температуры кипения ДМСО крайне медленно испаряется при нормальном атмосферном давлении, это делает его очень удобным растворителем для проведения реакций при нагревании, в то же время довольно высокая температура плавления ограничивает его применение в области низких температур.

Спецификация на ДМСО: содержание основного вещества ДМСО, не менее, %: 99,90; температура кристаллизации, град. С: 18,20; кислотность, мгр/гр: 0,02; коэффициент светопропускания ДМСО в кювете 400мм, %: 96; коэффициент преломления при 20 град. С: 1.4778-1.4790.

Сущность способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, заключается в следующем.

Проводят приготовление гистологических срезов, затем окрашивание проводят двумя красителями, в качестве которых берут гематоксилин Эрлиха и эозин - натрий, при этом сначала срез окрашивают гематоксилином, проводят промывку окрашенных срезов и располагают на предметном стекле, затем проводят окрашивание раствором эозина, слив эозина, промывание водопроводной водой, расположение на предметном стекле, удаление воды с последующими размещением в 96⁰ спирт, выдержкой, сливом спирта, добавлением просветляющего средства, промывкой ксилолом, заключение в бальзам и покрытием покровным стеклом, при этом при окрашивании гематоксилином, дополнительно добавляют 2-3 капли 10%-ного диметилсульфоксида, а гематоксилин используют профилированный квасцовый в количестве 5-7 капель, окрашивание гематоксилином в течение 1-5 мин, а промывание в воде - в течение 3-5 мин до посинения среза, затем срез располагают на предметном стекле и проводят окрашивание раствором эозина в количестве 2-3 капель в течение 1-3 мин, слив раствора эозина и промывание водопроводной водой в течение 1 мин, выдержку в спирте проводят в течение 3-5 мин, его слив и на влажный срез наливают просветляющее средство, выдержку в просветляющем средстве ведут в течение 1- 5 мин до полной прозрачности среза, затем проводят 2-3 раза в течение 1 мин промывку ксилолом, удаляют его остатки, кладут 1 каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

Примеры конкретного выполнения способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза.

Пример 1. Готовят гистологические срезы в количестве 24, а при

расследовании вспышек трихинеллеза необходимо увеличить количество срезов до 72, при этом толщина срезов не должна превышать 1,5-2,0 мм. Гистологические срезы (целлоидиновые сразу, а замороженные после обезжиривания) переносят в чашки бактериологические с водой, затем извлекают на предметное стекло в расправленном виде лучший срез, для ориентировки в выборе среза пользуются черным фоном стола, наливают на срез 2 капли профильтрованного квасцового гематоксилина с фильтра с помощью воронки, окрашивают в течение 0,5 мин в зависимости от качества и от зрелости гематоксилина, дополнительно добавляют 1 каплю 10%-ого диметилсульфоксида (ДМСО), придерживают срез на стекле препаровальной иглой, сливают краску обратно в рабочую склянку, а препарат со стекла спускают в большую чашку с водой, промывают в воде 2 мин, до посинения среза, при этом только что окрашенные гематоксилином срезы, а, следовательно, и ядра клеток имеют красновато-фиолетовый тон, который при достаточном промывании в воде, благодаря ее щелочности, переходит в синий. Синие ядра клеток будут более контрастными при сочетании с эозином, хорошо помытый и посиневший срез извлекают опять из воды (в расправленном виде) на предметное стекло и наливают на него 2 капли раствора эозина, окрашивают в течение 0,5 мин в зависимости от красящей способности того или иного эозина, сливают эозин, придерживая срез иглой, промывают в большой чашке с водопроводной водой в течение 0,5 мин, на этом окраска препарата заканчивается, затем извлекают срез из воды на предметное стекло, удаляют вокруг него, по возможности, всю воду и осторожно, чтобы срез не свернулся, наливают 96° спирт, выдерживают в спирте различное время, примерно до 2 мин, т.к. помимо обезвоживающего, он имеет и дифференцирующее действие в отношении эозина, сливают спирт, придерживая срез иглой, быстро удаляют салфеткой остатки его вокруг среза и, не давая ему подсохнуть, наливают просветляющее средство (креозот, эфирное масло/карбол-ксилол, скипидар и прочее), выдерживают в последнем до момента полной прозрачности среза до 3 мин, при медленном

просветлении среза применяют отжимание фильтровальной бумагой, контролируют ход просветления на черном фоне, на котором хорошо выделяются непросветленные беловатые участки, затем быстро в течение 1 мин промывают ксилолом, повторно 1 раз наливая и сливая его, удаляют остатки ксилола вокруг среза, кладут каплю бальзама и покрывают покровным стеклом, причем покровное стекло опускают осторожно, придерживая правое ребро его препаровальной иглой, так как при быстром накладывании, под стекло могут попасть пузырьки воздуха.

Результат: анализ полученных данных показал недостаточную окрашенность ядер и включений, из-за недостаточной выдержки срезов по времени, поэтому диагностика трихинеллеза затруднена.

Пример 2. Проводят аналогично примеру 1, но был проведен по следующим параметрам. Гистологические срезы переносят в чашки с водой, затем извлекают на предметное стекло в расплавленном виде лучший срез, наливают на срез 5 капель профильтрованного квасцового гематоксилина, окрашивают в течение 1 мин, дополнительно добавляют 2 капли 10%-ого ДМСО, придерживают срез на стекле препаровальной иглой, сливают краску, а препарат со стекла спускают в большую чашку с водой, промывают в воде 3 мин, до посинения среза, при этом только что окрашенные гематоксилином срезы, а, следовательно, и ядра клеток имеют красновато-фиолетовый тон, который при достаточном промывании в воде, благодаря ее щелочности, переходит в синий. Синие ядра клеток будут более контрастными при сочетании с эозином, хорошо помытый и посиневший срез извлекают опять из воды на предметное стекло и наливают на него несколько капель раствора эозина, окрашивают в течение 1 мин, сливают эозин, придерживая срез иглой, промывают в большой чашке с водопроводной водой в течение 1 мин, на этом окраска препарата заканчивается, затем извлекают срез из воды на предметное стекло, удаляют вокруг него, по возможности, всю воду и осторожно, чтобы срез не свернулся, наливают 96° спирт, выдерживают в спирте различное время, примерно до 3 мин, сливают спирт, придерживая

срез иглой, быстро удаляют салфеткой остатки его вокруг среза и, не давая ему подсохнуть, наливают просветляющее средство, выдерживают в последнем до момента полной прозрачности среза до 3 мин, при медленном просветлении среза применяют отжимание фильтровальной бумагой, контролируют ход просветления на черном фоне, на котором хорошо выделяются непросветленные беловатые участки, затем быстро в течение 1 мин промывают ксилолом, повторно 2 раза наливая и сливая его, удаляют остатки ксилола вокруг среза, кладут каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

Результат: анализ полученных данных показал достаточную окрашенность ядер и включений, вследствие чего диагностика трихинеллеза не затруднена и проведена объективная диагностика.

Пример 3. Проводят аналогично примеру 1. Но был проведен по следующим параметрам. Гистологические срезы переносят в чашки с водой, затем извлекают на предметное стекло в расплавленном виде лучший срез, наливают на срез 7 капель профильтрованного квасцового гематоксилина, окрашивают в течение 5 мин в зависимости от качества и от зрелости гематоксилина, дополнительно добавляют 3 капли 10%-ого ДМСО, придерживают срез на стекле препаровальной иглой, сливают краску обратно в рабочую склянку, а препарат со стекла спускают в большую чашку с водой, промывают в воде 10 мин, до посинения среза, при этом только что окрашенные гематоксилином срезы, а, следовательно, и ядра клеток имеют красновато-фиолетовый тон, который при достаточном промывании в воде, благодаря ее щелочности, переходит в синий. Синие ядра клеток будут более контрастными при сочетании с эозином, хорошо помытый и посиневший срез извлекают опять из воды (в расплавленном виде) на предметное стекло и наливают на него несколько капель раствора эозина, окрашивают в течение 3 мин в зависимости от красящей способности того или иного эозина, сливают эозин, придерживая срез иглой, промывают в большой чашке с водопроводной водой в течение 1 мин, на этом окраска препарата

заканчивается, затем извлекают срез из воды на предметное стекло, удаляют вокруг него, по возможности, всю воду и осторожно, чтобы срез не свернулся, наливают 96° спирт, выдерживают в спирте различное время, примерно до 5 мин, сливают спирт, придерживая срез иглой, быстро удаляют салфеткой остатки его вокруг среза и, не давая ему подсохнуть, наливают просветляющее средство, выдерживают в последнем до момента полной прозрачности среза до 5 мин, при медленном просветлении среза применяют отжимание фильтровальной бумагой, контролируют ход просветления на черном фоне, на котором хорошо выделяются непросветленные беловатые участки, затем быстро в течение 1 мин промывают ксилолом, повторно 3 раза наливая и сливая его, удаляют остатки ксилола вокруг среза, кладут каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

Результат: анализ полученных данных показал достаточную окрашенность ядер и включений, вследствие чего диагностика трихинеллеза не затруднена и проведена объективная диагностика.

Пример 4. Проводят аналогично примеру 1. Но был проведен по следующим параметрам. Гистологические срезы переносят в чашки с водой, затем извлекают на предметное стекло в расплавленном виде лучший срез, наливают на срез 8 капель профильтрованного квасцового гематоксилина, окрашивают в течение 5,5 мин в зависимости от качества и от зрелости гематоксилина, дополнительно добавляют 4 капли 10%-ого ДМСО, придерживают срез на стекле препаровальной иглой, сливают краску обратно в рабочую склянку, а препарат со стекла спускают в большую чашку с водой, промывают в воде 11 мин, до посинения среза, при этом только что окрашенные гематоксилином срезы, а, следовательно, и ядра клеток имеют красновато-фиолетовый тон, который при достаточном промывании в воде, благодаря ее щелочности, переходит в синий. Синие ядра клеток будут более контрастными при сочетании с эозином, хорошо помытый и посиневший срез извлекают опять из воды на предметное стекло и наливают на него

несколько капель раствора эозина, окрашивают в течение 3,5 мин в зависимости от красящей способности того или иного эозина, сливают эозин, придерживая срез иглой, промывают в большой емкости с водопроводной водой в течение 1 мин, на этом окраска препарата заканчивается, затем извлекают срез из воды на предметное стекло, удаляют вокруг него, по возможности, всю воду и осторожно, чтобы срез не свернулся, наливают 96° спирт, выдерживают в спирте различное время, примерно до 5,5 мин, сливают спирт, придерживая срез иглой, быстро удаляют салфеткой остатки его вокруг среза и, не давая ему подсохнуть, наливают просветляющее средство, выдерживают в последнем до момента полной прозрачности среза до 6 мин, при медленном просветлении среза применяют отжимание фильтровальной бумагой, контролируют ход просветления на черном фоне, на котором хорошо выделяются непросветленные беловатые участки, затем быстро в течение 1 мин промывают ксилолом, повторно 4 раза наливая и сливая его, удаляют остатки ксилола вокруг среза, кладут каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

Результат: анализ полученных данных показал достаточную окрашенность ядер и включений, вследствие чего диагностика трихинеллеза не затруднена, но временные рамки увеличились и экономические затраты также.

Таким образом, наиболее оптимальными являются примеры 2 и 3 способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза.

Таким образом, добавление ДМСО исключает необходимость декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, не повреждает трихинеллу, создает благоприятные предпосылки для проведения объективной диагностики. Анализ полученных данных позволил сделать вывод о том, что предложенный способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза превосходит, например, наиболее часто применяемый по Романовскому-Гимза, позволяет получить качественно окрашенные гистологические срезы за более короткое время 6-9 мин в

зависимости от срока выдержки раствора гематоксилина.

Предлагаемое изобретение по сравнению с прототипом и другими известными техническими решениями имеет следующие преимущества:

- стабильность окрашивания клеток и клеточных структур;
- исключение необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы и повреждение трихинеллы;
- создание предпосылок для проведения объективной диагностики;
- сокращение времени окрашивания;
- дает возможность многократного использования рабочих растворов красителей;
- не требует наличия специального лабораторного оборудования;
- позволяет сотрудникам ветеринарных и медицинских лабораторий экономить временные и материальные ресурсы.

Формула изобретения

Способ окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, включающий приготовление гистологических срезов, окрашивание двумя красителями, в качестве которых берут гематоксилин Эрлиха и эозин - натрий, при этом сначала срез окрашивают гематоксилином, проводят промывку окрашенных срезов и располагают на предметном стекле, затем проводят окрашивание раствором эозина, слив эозина, промывание водопроводной водой, расположение на предметном стекле, удаление воды с последующими размещением в 96⁰ спирт, выдержкой, сливом спирта, добавлением просветляющего средства, промывкой ксилолом, заключение в бальзам и покрытием покровным стеклом, отличающийся тем, что при окрашивании гематоксилином, дополнительно добавляют 2-3 капли 10% - ного диметилсульфоксида, а гематоксилин используют профилированный квасцовый в количестве 5-7 капель, окрашивание гематоксилином в течение 1-5 мин, а промывание в воде - в течение 3-5 мин до посинения среза, затем срез располагают на предметном стекле и проводят окрашивание раствором

эозина в количестве 2-3 капель в течение 1-3 мин, слив раствора эозина и промывание водопроводной водой в течение 1 мин, выдержку в спирте проводят в течение 3-5 мин, его слив и на влажный срез наливают просветляющее средство, выдержку в просветляющем средстве ведут в течение 1- 5 мин до полной прозрачности среза, затем проводят 2-3 раза в течение 1 мин промывку ксилолом, удаляют его остатки, кладут 1 каплю бальзама и покрывают покровным стеклом.

РЕФЕРАТ

Изобретение относится к ветеринарии и медицине, в частности, к способу окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза и может быть использовано в гистологии при морфологических исследованиях в патологической анатомии, цитологии, судебной медицине.

Задачей предполагаемого изобретения является разработка способа окраски гистологических срезов при диагностике трихинеллеза, обладающего стабильностью окрашивания клеток и клеточных структур, исключающего необходимость декальцинации известковой капсулы вокруг

трихинеллы, повреждение трихинеллы и созданием предпосылок для проведения объективной диагностики.

Технический результат, который может быть получен с помощью предлагаемого изобретения, сводится к стабильности окрашивания клеток и клеточных структур, исключению необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы, повреждению трихинеллы и созданию предпосылок для проведения объективной диагностики.

Предлагаемое изобретение по сравнению с прототипом и другими известными техническими решениями имеет следующие преимущества: стабильность окрашивания клеток и клеточных структур; исключение необходимости декальцинации известковой капсулы вокруг трихинеллы и повреждение трихинеллы; создание предпосылок для проведения объективной диагностики; сокращение времени окрашивания; дает

возможность многократного использования рабочих растворов красителей; не требует наличия специального лабораторного оборудования; позволяет сотрудникам ветеринарных и медицинских лабораторий экономить временные и материальные ресурсы.

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

ДОКУМЕНТ ОБ ОПЛАТЕ

01.07.2015
Поступ. в банк плат.
01.07.2015
Списано со сч. плат.
0401060

ПЛАТЕЖНОЕ ПОРУЧЕНИЕ № 767715
01.07.2015
Дата
08

Сумма прописью Четыре тысячи сто рублей 00 копеек

ИНН 0562039983 УФК по Республике Дагестан (ДГУ)	КПП 054101001	Сумма	4100-00		
		Сч. №	40501810800002000002		
Плательщик ОТДЕЛЕНИЕ-НБ РЕСПУБЛИКА ДАГЕСТАН Г. МАХАЧКАЛА		БИК	048209001		
Банк плательщика ОПЕРУ-1 БАНКА РОССИИ Г. МОСКВА 701		Сч. №			
Банк получателя		БИК	044501002		
ИНН 7730176088 Межрегиональное операционное УФК(Федеральная служба по интеллектуальной собственности)		Сч. №	40101810500000001901		
		Вид оп.	01	Срок плат.	
		Наз.пл.		Очер. плат.	3
		Код		Рез. поле	
Получатель	16811505020016000140	45318000	0	0	0

(000000000000000000290.20036X35320)Опл. пошл.за рег-ю изобр. и выдачу патента на изобр.авт Абдурахманова Г М.,Давудовой М.Г.-Г.,Гаджиева А.А "Способ окраск.гист.срезов при диагн.трих-за " с-о докл.4232 от29.06.15

Назначение платежа _____
Подписи _____
Отметки банка _____

М. П. _____

Управление Федерального казначейства по
Республике Дагестан

01.07.2015

ПРОВЕДЕНО

Д.Д. Ибрагимова

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ОТЧЕТ ПО УЧАСТИЮ В КОНФЕРЕНЦИИ.

ТЕЗИСЫ ВЫСТУПЛЕНИЙ

Исполнителями гранта принято участие в «Годичной научной сессии профессорско-преподавательского состава ДГУ (г. Махачкала, 21-25 апреля 2015 г.)» и «Студенческой научно-теоретической конференции по приоритетным направлениям науки и техники (г. Махачкала, 21-25 апреля 2015 г.)» Результаты исследования освещены в докладах и опубликованы в сборнике «Университетская экология» (22-24 апреля 2015 г.).

1. Меликова Н.М., Абдурахманов А.Г. ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВОК (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ПОДСЕМЕЙСТВА *HADENINAE* ОСТРОВА ТЮЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАСПИЯ.

2. Мирзабекова М.М. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. ИЗБЕРБАШ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

3. Иванушенко Ю.Ю. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. МАХАЧКАЛА НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

4. Курамагомедов Б.М. ГЕОНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ АПВЕЛЛИНГА У ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

5. Гаджиев А.А. БИОЛОГИЧЕСКАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ТРОФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВПО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ



УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Махачкала 2015

Выпуск X

Дагестанский государственный университет
Эколого-географический факультет

УНИВЕРСИТЕТСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Сборник научных трудов

Махачкала 2015

УДК 91 (470.67)
ББК 26.8

Научный редактор:

Абдурахманов Г.М., декан эколого-географического факультета ДГУ, академик РЭА, д.б.н., профессор, засл. работник науки РД и РФ.

Ответственный редактор:

Магомедова М.З., доцент кафедры экологии эколого-географического факультета ДГУ, к.б.н.

Университетская экология. Сборник научных трудов. Махачкала: Типография ИПЭ, 2015. 154с.

В сборнике представлены статьи, отражающие практически все направления современной экологической науки.

Сборник предназначен для экологов, природопользователей, географов и специалистов в смежных областях знаний.

Доклады публикуются в авторской редакции.

367000, г. Махачкала, ул. Дахадаева, 21,
Дагестанский государственный университет,
эколого-географический факультет,
ГУ Институт Прикладной экологии
тел: 56-21-40, e-mail: ecodag@rambler.ru



Работа набрана и сверстана на компьютерной базе эколого-географического факультета ДГУ.

© Эколого-географический факультет ДГУ, 2015
© ГУ Институт Прикладной экологии, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ I. Биологическое разнообразие флоры	
<i>Абакарова М.А.</i>	5
ОСОБЕННОСТИ НЕКТАРОПРОДУКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРЕДГОРНОГО ДАГЕСТАНА	
<i>Солтамурадова З.И.</i>	8
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ГАЛОФИТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	
<i>Солтамурадова З.И.</i>	11
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФЛОРЫ ГАЛОФИТОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ	
<i>Солтамурадова З.И.</i>	16
ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ АДАПТАЦИИ ГАЛОФИТОВ	
РАЗДЕЛ II. Биологическое разнообразие фауны	
<i>Абдурахманов В.Г.</i>	23
РОДОВОЙ АНАЛИЗ ЖУЖЕЛИЦ TRIBE PTEROSTICHINI (COLEOPTERA, SARABIDAE) ЦЕНТРАЛЬНОГО КAVKAZA	
<i>Магомедова А.А.</i>	27
ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДРЫЗАЮЩИХ СОВОК РОДА DIARZIA (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE, NOCTUINAE) РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Магомедова М.З.</i>	29
ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ РОДА DEROCERAS В ДАГЕСТАНЕ И НА КAVKAZE	
<i>Магомедова М.З.</i>	34
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАГЕСТАНСКОЙ НАЗЕМНОЙ МАЛАКОФАУНЫ	
<i>Магомедова М.З.</i>	36
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КAVKAZСКОЙ МАЛАКОФАУНЫ ПО СЕМЕЙСТВАМ	
<i>Магомедова М.З.</i>	41
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КAVKAZСКИХ ЭНДЕМИЧНЫХ ВИДОВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ ВОСТОЧНОГО КAVKAZA ПО РОДАМ	
<i>Меликова Н.М., Абдурахманов А.Г.</i>	45
ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОВОК (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ПОДСЕМЕЙСТВА <i>HADENINAE</i> ОСТРОВА ТЮЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КAVKAZIA.	
<i>Омаров К.З.</i>	52
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИИ И ТЕНДЕНЦИИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АРЕАЛА И ЧИСЛЕННОСТИ ГИГАНТСКОГО СЛЕПЫША (<i>SPALAX GIGANTEUS</i>) В ВОСТОЧНОМ ПРЕДКАVKAZЬЕ	
<i>Шихшабеков М.М., Гаджимурадов Г. Ш., Рабазанов Н.И.</i>	53
ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ КАРАСЕЙ (<i>CARASSIUS LAURATUS GIBELIO, CARASSIUS CARASSIUS</i>), ОБИТАЮЩИХ В АГРАХАНСКОМ ЗАЛИВЕ ДО И ПОСЛЕ ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ	
<i>Шихшабеков М.М., Гаджимурадов Г. Ш., Рабазанов Н.И.</i>	56
ОСОБЕННОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА РЫБ, НА ПРИМЕРЕ РОДА ЛИНИ - <i>TINCA</i> В ЮЖНО-АГРАХАНСКОМ ОЗЕРЕ.	
РАЗДЕЛ III. Общие проблемы экологии и географии	
<i>Абдурахманов Г.М., Бекиокова П.А., Габиева П.И., Амедова З.К.</i>	61
ПОПУЛЯЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ ДИБГАЛИКСКОГО, ГУЛАДТЫНСКОГО И КАРБУЧИМАХИНСКОГО СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ДАХАДАЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Абдурахманов Г.М., Габиева П.И., Бекиокова П.М., Идрисов И.Р.</i>	64
ПОПУЛЯЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ С.УРКАРАХ ДАХАДАЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Айтмиров А.А.</i>	69
СБЕРЕГАЮЩЕЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ – СТРАТЕГИЯ АГРАРНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ	
<i>Ахмедова Г.А., Гаджибеков М.И., Абдулаев К.А., Абдурашидова Р.Х.</i>	72
РАЗВИТИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В ДАГЕСТАНЕ	
<i>Аминтаева У.М., Набиева У.Н.</i>	75
СТАБИЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ХУНЗАХСКОГО РАЙОНА	
<i>Бекиокова П.А., Габиева П.И.</i>	78
ПОПУЛЯЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ КУБАЧИНСКОГО ГОРОДСКОГО ПОСЕЛЕНИЯ ДАХАДАЕВСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Габиева П.И., Ахмедова М.А.</i>	82
ОЦЕНКА СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г.МАХАЧКАЛЫ	
<i>Габиева П.И., Ахмедова А.З.</i>	86
ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ, ОБУСЛОВЛЕННЫЕ СОСТОЯНИЕМ ЗДОРОВЬЯ ЛИЦ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН (НА ПРИМЕРЕ ПОПУЛЯЦИИ БОЛЬНЫХ ГОСПИТАЛЯ ДЛЯ ВETERANОВ ВОЙНЫ И ТРУДА РД)	

<i>Габиева П.И., Велибекова Ф.И.</i>	89
ЭКОЛОГО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КИЗИЛЮРТОВСКОГО РАЙОНА И Г.КИЗИЛЮРТ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Габиева П.И., Мирзалиев Ш.М.</i>	96
ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Гаджибеков М.И., Абдулаев К.А., Муртазалиева Х.Р.</i>	98
САНАТОРИЙ «ТАЛГИ», КАК ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ОБЪЕКТ	
<i>Гаджиев А.А.</i>	101
БИОЛОГИЧЕСКАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ТРОФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА	
<i>Гасанов Г.Н., Айтмиров А.А.</i>	106
ВЕТРОЭРОЗИОННЫЕ ОКРУГА И РАЙОНЫ	
<i>Гасанов Г.Н., Айтмиров А.А.</i>	108
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ ПОЧВ ОТ ДЕФЛЯЦИИ	
<i>Гасанов Г.Н., Айтмиров А.А.</i>	111
ПОЛОСНОЕ РАЗМЕЩЕНИЕ АГРОЦЕНОЗОВ КАК СПОСОБ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ДЕФЛЯЦИИ. ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ СЕВОБОРОТЫ	
<i>Гасанов Г.Н., Айтмиров А.А.</i>	115
ПОЯСА И ОБЛАСТИ РАЗВИТИЯ ДЕФЛЯЦИИ	
<i>Гасанов Г.Н., Айтмиров А.А.</i>	119
РОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЛОС В ЗАЩИТЕ ПОЧВ ОТ ДЕФЛЯЦИИ	
<i>Даудова М.Г., Мирзоева С.Н.</i>	123
ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ ПО КОМПЛЕКСУ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН	
<i>Иванушенко Ю.Ю.</i>	128
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. МАХАЧКАЛА НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ	
<i>Кадиева Ж., Набиева У.Н.</i>	132
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА ПРИРОДНОГО НАСЛЕДИЯ САМУРСКОГО ЗАКАЗНИКА	
<i>Курамагомедов Б.М.</i>	136
ГЕОНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ АПВЕЛЛИНГА У ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ	

<i>Мирзабекова М.М.</i>	140
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. ИЗБЕРБАШ НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ	
<i>Шахбаиова М.И., Набиева У.Н.</i>	143
ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДАХАДАЕВСКОГО РАЙОНА (НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНОГО ПАРКА «ИЦАРИ»)	
<i>Шахбаиова Н.Г.</i>	147
ГЕОТЕРМАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ДАГЕСТАНА	
<i>Шахбаиова Н.Г.</i>	152
ОСНОВНЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД	

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ
МОРСКИХ ВОД Г. ИЗБЕРБАШ НЕФТЯНЫМИ
УГЛЕВОДОРОДАМИ**

Мирзабекова М.М.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки
Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный
идентификатор прикладных научных исследований (проекта) -
RFMEFI57414X0032)*

Широкомасштабное освоение нефтегазовых месторождений Каспия, несомненно, представляет угрозу для экосистемы моря. Особенно уязвимыми в этом отношении представляются мелководные морские экосистемы, в том числе расположенные на Дагестанском шельфе Каспийского моря. В особенности это касается акваторий, прилегающих к территориям городов Дагестана, в том числе прибрежных морских вод г. Избербаш.

В этих условиях особое значение приобретает оценка нефтяного загрязнения, а также изучение факторов, определяющих чувствительность, устойчивость и уязвимость экосистем к загрязнению морской среды. Для этой цели как нельзя лучше подходит технология, разработанная в ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр». Данная методология уже была апробирована применительно к Дагестанскому шельфу в ряде работ (Экологическая оценка..., 2006; Монахова, Абдурахманов и др., 2007; Монахова и др., 2007; Монахова, 2007, 2008; Монахова, Расулова, 2010), в том числе атласе «Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами». Указанные исследования охватывали период 1978-2005 гг. Однако за последующие годы на станциях государственной наблюдательной сети получены новые данные. Необходимо продолжить исследования в этом важном научном направлении. В связи с чем актуальность проведенных исследований не вызывает сомнений.

Целью наших исследований стало применение технологии экологической оценки загрязнения морской среды нефтяными

углеводородами к прибрежным морским водам г. Избербаш и определение основных ее показателей.

Объектом исследований послужили прибрежные морские воды г. Избербаш. Конкретными предметами исследований выступили экологические параметры, характеризующие состояние загрязненности нефтяными углеводородами акватории района и устойчивость прибрежных морских экосистем к воздействию нефтяного загрязнения.

Задачами данной работы явились:

1. Обобщить сведения о скорости деградации нефтепродуктов (ассимиляционной емкости) в Каспийском море и современных подходах к ее оценке по имеющимся литературным данным;
2. Сформировать базу данных измерений концентрации нефтяных углеводородов в морской воде, выполнявшихся в соответствии с программой Государственной службы наблюдений в период 1978-2011 гг. в районе Избербаш;
3. Определить особенности загрязнения нефтепродуктами прибрежных морских вод г. Избербаш (концентрацию и нагрузку нефтяных углеводородов, потенциалы загрязнения и очищения);
4. Рассчитать ассимиляционную емкость района Избербаш в отношении нефтепродуктов;
5. Оценить устойчивость прибрежных морских экосистем к воздействию нефтяного загрязнения на акватории района Избербаш.

При решении первой задачи использовались разнообразные материалы, опубликованные в научной и справочной литературе. В ходе решения второй задачи использовались архивные материалы, хранящиеся в Астраханском и Дагестанском ЦГМС. Материалами исследования для решения остальных задач послужила составленная нами база данных наблюдений за концентрацией нефтяных углеводородов в период 1978-2011 гг. (1067 записей). Основными методами, используемыми в работе, стала оригинальная технология экологической оценки загрязнения морской среды.

Новизну настоящей работе придает временной охват проведенных исследований. Нами сделаны следующие выводы:

1. В поверхностном горизонте воды в районе Избербаш для всей совокупности станций характерны повышенные значения концентрации НУ. Среди особенностей внутригодового хода

концентрации в поверхностном слое необходимо отметить рост значений в весенний сезон. Абсолютный максимум среди значений концентрации НУ в обоих слоях составляет 0,08 мг/л, минимум – 0,04 мг/л.

2. Максимальная нагрузка по нефтяным углеводородам растет в сентябре, с достижением абсолютного максимума не только для данного района, но и для всей акватории Дагестанского шельфа в 9,28 тонн/км². Снижается она до абсолютного минимума (2,06 тонн/км²) к середине осени.

3. Рост значений потенциалов загрязнения в районе Избербаш на основной части акватории фиксируется весной и во второй половине лета. Наибольшее значение среди потенциалов загрязнения в районе Избербаш составляет 4,44 тонн/км²мес (осень), наименьшее – 0,43 тонн/км²мес (осенний сезон). Достижение пиковых значений потенциалов очищения для всего Дагестанского взморья происходит в осенний сезон (4,24-8,88 тонн/км²мес). Снижение значений повсеместно происходит в период предзимья.

4. Полученная нами картина внутригодового хода значений ассимиляционной емкости вполне однозначна: значительный рост показателей в осенний сезон и последующее существенное понижение в предзимье. Некоторое повышение наблюдается также в летний сезон. Абсолютный максимум среди значений ассимиляционной емкости – 0,98 тонн/км²мес, минимум – 0,12 тонн/км²мес.

5. Район Избербаш следует отнести к «горячим» точкам Дагестанского шельфа по уровню нефтяного загрязнения. Наиболее вероятной причиной повышенного уровня загрязнения является добыча углеводородного сырья и отсутствие городских очистных сооружений. Повышенную концентрацию нефтепродуктов в районе Избербаш можно также объяснить наличием подземных источников или накоплением загрязняющих веществ в центре прибрежного антициклонического вихря, формирующегося на периферии основного вдольберегового каспийского течения.

Однако в сентябре 2011 г. акватория района Избербаш может быть оценена как благополучная. Таким образом, несмотря на беспрецедентно высокие значения максимальной нагрузки по нефтяным углеводородам и потенциалов загрязнения в осенний

сезон, наблюдается компенсация за счет не менее значительных показателей потенциалов очищения и ассимиляционной емкости, что свидетельствует о высокой скорости удаления нефтепродуктов из акватории данного района.

Полученные результаты могут быть использованы для разработки мер, направленных на защиту и оздоровление прибрежных морских вод г. Избербаш.

Литература

- 1) Монахова, Г.А. О локальном нефтяном загрязнении Дагестанского шельфа Каспийского моря / Г.А. Монахова, Г.М. Абдурахманов, Е.В.Островская, С.Ю. Штунь // Материалы второй международной конференции молодых ученых и специалистов «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек» (11-13 апреля 2007 г., Астрахань). – Астрахань: Изд-во КаспНИХ, 2007. – С. 66-68;
- 2) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского побережья Каспийского моря нефтяными углеводородами. / Г.А. Монахова. // Университетская экология: Международный сборник научных трудов. – Махачкала: ИПЭ РД, 2007. – С. 216-218;
- 3) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского шельфа Каспийского моря нефтяными углеводородами / Г.А. Монахова, М.М. Расулова // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. – 2010. - №3. - С. 65-72;
- 4) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами. / Г.А. Монахова, Г.М. Абдурахманов, С.К. Монахов // Электронная версия материалов Международного научно-практического семинара молодых ученых и студентов. – Астрахань: Издательство АГТУ. – 2007 (на CD, № гос. рег. 0320701607);
- 5) Монахова, Г.А. Экологические особенности районов Каспийского моря с различным правовым и хозяйственным режимом: автореферат на соискание степени кандидата биологических наук: защищена 23.12.2008; утверждена 3.04.2009 / Г.А. Монахова. – Махачкала, 2008, 23 с.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ (ТРОФИЧЕСКАЯ) КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ И ТРОФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЮЖНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА¹

Гаджиев А.А.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) - RFMEFI57414X0032)

К построению типологической системы водоемов подходят с разных точек зрения. Так, географы и геологи классифицировали озера на основании особенностей происхождения и структуры озерных ванн. Зоологи главное свое внимание обращали на донную фауну. Ботаники группировали водоемы на основании данных о фитопланктоне, фитобентосе и высшей водной растительности. Ихтиологи исходят ли из факта доминирования в прудах и озерах тех или иных пород рыб. Всем известна термическая классификация озер основоположника лимнологии Ф.А. Фореля (1912) и биологическая (трофическая) классическая система А.Тинемана (1925), Е. Наумана (1932). Имеются много классификаций, выполненных химиками, гидрологами, геофизиками.

Впервые серьезные работы по классификации водоемов на основе рыбных запасов и состояния их кормового бентоса были проведены шведским ихтиологом Г. Альмом. Он оперировал параметрами: количественные данные хирономид и соотношения их с другими компонентами бентоса, цветность воды продуктивность фитопланктона, pH воды у дна, по составу дна, величине и глубине, продуктивности бентоса и составу фауны. У этого автора типы водоемов определялись по содержанию доминирующего вида беспозвоночных, как, например: хирономидные олигохетные, бокоплавные, комарные.

¹ *Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 «Оценка трофического статуса Аграханского залива как составная часть экологического мониторинга особо охраняемых территорий Дагестана» (с учетом дополнительного соглашения от «18» марта 2013 г. № 1).*

The study was supported by The Ministry of education and science of Russia, project 14.574.21.0109 (with the additional agreement from 18 March 2013, № 1).

Шведский гидробиолог Науман Е. выдвинул классификацию водоемов по чистоте воды от гидробионтов и назвал их эвтрофными и олиготрофными.

Классификация озер по хирономидам позже была пересмотрена К.Бергом. Вопросы типологии озер, как видно, имеет свою историю и разногласия. Однако, наиболее ценной была бы такая типология, в которой учитывались бы все особенности озер и их генетические особенности. Типология озер, разработанная А. Тинеманом и Е. Науманом, отвечают этим требованиям. В основу их классификации озер положен не один какой-либо признак, а целый ряд признаков, характеризующих озера как с физико-химической, так и с биологической стороны

Из биологических факторов в классификации водоемов в основном фигурирует фитопланктон, который в совокупности факторов образует определённый биотоп. Ясно, что эти биоценозы должны состоять не только из растительных, но и из животных комплексов. Среди животных, отдельные формы, будучи приспособленными к определенным условиям жизни, могут быть характерными для того или иного типа озер, так что по их присутствию ли отсутствию, или по их количеству можно судить о типе озер. Это, например, личинки комаров *Tanytarsus*, *Tendipes*, *Chaoborus*. Для олиготрофного типа озер характерно присутствие *Tanytarsus* и отсутствие личинки *Chaoborus*, для эвтрофного - присутствие *Tendipes plumosus* и *Glyptotendipes polytomus*, для дистрофного присутствие *Chaoborus*, а из видов рода *Tendipes* только *T. Plumosus*.

Из рыб, такой показательной породой служит глубоководный сиг, нуждающийся для дыхания в большом количестве кислорода: в олиготрофных озерах он встречается часто, в эвтрофных - редко, а в дистрофных - никогда. Прилагаемая таблица 1 (по С.А.Зернову (1949) дает представление о классификации озер.

Таблица 1

Классификация основных типов озер по различным признакам

Признаки	Олиготрофные	Эвтрофные	Дистрофные
Морфометрия озер	Глубокие, с узкой прибрежной зоной; водная масса гипolimниона по отношению к таковой же эпилимниона велика	Неглубокие, с широкой прибрежной зоной; водная масса гипolimниона по отношению к таковой эпилимниона мала	Различной глубины, в болотных районах и в областях извержения пород
Количество растворенного в воде O ₂ летом	Большое в гипolimнионе: до 60-70% насыщения	Меньше 50%	Как в эвтрофных озерах Меньше 50%
Причина кислородного дефицита	-	Летом - разложение планктонного ила, зимой – только ила	Разложение взвешенного и донного детрита
Активная реакция воды	От кислой до щелочной (pH > 7)	Нейтральная или щелочная (pH ≥ 7)	Кислая (pH < 7) в некоторых озерах даже pH < 5
Взвешенный материал	Очень мало	Много; главным образом, планктон в живом и отмершем состоянии	Много; главным образом, аллохтонного происхождения (приносимый в водоем из вне)
Биогенные минеральные вещества	Немного	Много	Мало
Органические	Немного	Много	Много (гумус)

вещества			
Донный ил	Мало	Много; сильно преобладает автохтонный разлагающийся органический материал	Много; преобладает аллохтонный гумусовый материал
Прозрачность воды	Большая	Малая вследствие большого скопления взвесей	Малая вследствие присутствия аллохтонных взвесей в воде и темной окраски последней
Цветность воды	Переход от голубой до зеленой	Переход от зеленого через желтую до бурой	Переход от желтой через бурую до коричневой
Прибрежная водная растительность	Мало	Много	Мало, большей частью болотного характера
Планктон	Относительно мало, но распределен по всей глубине	В эпилимнионе – много, в гипolimнионе – мало	Фитопланктон – мало, зоопланктона может быть много
Личинки Tendipedidae	Почти Tanypotarsaridae, часто Diamesini	Tendis plumosus, T. Bathophilus; Chaoborus, часто Gyptotendipes polytomus	-
Личинки Chaoborus	Отсутствуют	Почти всегда есть	Как в эвтрофных озерах
При зарастании превращается	В эвтрофные водоемы	В пруды и болота (верховые и низовые)	В верховые (торфяные) болота

Указанные типы озер многими авторами подразделяются еще на ряд различных групп: на рыбохозяйственные (Сомов М.П., 1920), на типы озер с повышенным химическим составом (Климкайте И., 1965), по термическому состоянию (Хомскис В., 1969). Некоторые исследователи различают еще такие типы как алкалитрофные озера с большим количеством растворенного кальция, ацидотрофные – (рН=5,5 и ниже), сидеротрофные – с большим количеством железа и аргиллотрофные – со значительным количеством гнилостных частиц.

Непомерное разрастание типологических схем побуждает некоторых исследователей искать единый основной показатель, вокруг которого должны группироваться подчиненные ему признаки вторичного значения.

Так, Эльстер ядром типологической таблицы считает систему трофичности, понимая под трофией численно выраженную величину первичной продукции, а Л.Л. Россолимо предлагает рассматривать озерное накопление во всем его многообразии как единый и общий показатель, применимый ко всем озерам независимо от их характера и географического положения. Как *общий* типологический показатель в построении классификации озер, этот автор считает, что надо брать степень осаждения на дне озера аллохтонного и автохтонного органического вещества теригенного материала, выпадения из раствора химического вещества в химических процессах. В общем одним из критериев по типологии водоемов по Россолимо, является процесс ило- накопления в стоячих водоемах.

В условиях Дагестана, в настоящее время нет ни одного водоема, на котором бы одновременно и систематически велись выше перечисленные комплексные наблюдения за его режимом, а также не проводились, специально, исследования для установления типологии озер.

**ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
СОВОК (LEPIDOPTERA, NOCTUIDAE) ПОДСЕМЕЙСТВА
HADENINAE ОСТРОВА ТЮЛЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО
КАСПИЯ.**

Меликова Н.М., Абдурахманов А.Г.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

*Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки
Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный
идентификатор прикладных научных исследований (проекта) -
RFMEFI57414X0032)*

К подсемейству Hadeninae относятся бабочки средних размеров, крупные или мелкие, активные ночью. Гусеницы чаще полифаги, развиваются на древесно-кустарниковых растениях, некоторые отдельные виды (*Mythimna*) питаются на растениях злаковых культур.

Бабочки подсемейства распространены почти повсеместно, большинство видов встречаются в аридной, умеренной и субтропической зонах. В мировой фауне насчитано около 2500 видов совок. В районе исследования нами выявлено 57 видов совок (Lepidoptera, Noctuidae), представленные 41 родами.

Anarta Ochsenheimer, 1816

1. *Anarta dianthi* (Tauscher, 1809) - Средиземноморский, ксерофил.

Места обитания: степи на равнинах и горные степи.

Период лета имаго: май - сентябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: обычен.

Распространение на территории Дагестана - Ахты, 01.08.33, 04.07.37 (Рябов) [ЗИН]; Майданское, 18.05.98, 25.06.99, 15.07.00, 20.07.01 (Абдурахманов и др., 2003); Капчугай, 01.05.38, 21.08.40 (Рябов) [ЗИН]; Кумтор-Кале, 25.09.26 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 13.09.47 (гус.) (Рябов) [ЗИН]; Тарки, 12.08.40, 05.06.47 (Рябов) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009, остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

2. *Anarta stigmosa* (Christoph, 1887) - Средиземноморский, гемиксерофил.

Места обитания: разнообразные травянистые и кустарниковые формации от разнотравных степей Предкавказья, галовитных сообществ восточного Приазовья и шибляков Черноморского побережья до мезофитных лугов среднегорий, агроландшафты.

Период лета имаго: февраль - октябрь, сроки лёта разных генераций перекрываются. Развивается за сезон в 2-3 поколениях.

Встречаемость: нечасто, умеренно адаптивен в агроландшафтах.

Распространение на территории Дагестана - Дербент, 08.07.28 (Рябов) [ЗИН]; Капчугай, 18.05.39, 02.10.40 (Рябов) [ЗИН]; Каякент, 28.05.02 (Ильина) [А.П.]; Ленинаул, 02.02.01 (Ильина) [А.П.]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Н. Хушет, 19.07.99 (Ильина) [А.П.]; Рыбачий, 07.06.74 (Полтавский) [А.П.]; Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

3. *Anarta trifolii* (Hufnagel, 1766) - Голарктический, эврибионт.

Места обитания: травянистые биотопы от степной зоны до высокогорий.

Период лета имаго: февраль - октябрь, сроки лёта разных генераций перекрываются. Развивается за сезон в 2-3 поколениях.

Встречаемость: массовый многоядный вредитель сельскохозяйственных культур.

Распространение на территории Дагестана - Агвали, 02.08.04 (Ильина) [А.П.]; Ак-гел, 07.08.40 (Рябов) [ЗИН]; Акнада 2, 10.06.02 (Ильина) [А.П.]; Арадирих, 25.06.03 (Ильина) [А.П.]; Майданское, 15.05.98, 29.06.99, 15.07.00, 20.07.01; Шишилик, 25.08.98 (Абдурахманов и др., 2003); Буршаг, 05.08.01 (Ильина) [А.П.]; В. Колоб, 17.07.05 (Ильина) [А.П.]; Гертма, 15.07.01, 29.06.06 (Ильина) [А.П.]; Дербент, 24.06.28 (Рябов) [ЗИН]; Ингиши, 27.06.03 (Ильина) [А.П.]; Капчугай, 18.05.39 (Рябов) [ЗИН]; Кули, 16.07.03 (Ильина) [А.П.]; Ленинаул, 02.02.01 (Ильина) [А.П.]; Манаскент, 01.08.88 (Herczig et al., 1990); Махачкала, 23-28.06.47 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 01.09.99 (Ильина) [А.П.]; Махачкала, Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Межгюль, 17.06.03 (Ильина) [А.П.]; Мокок, 20.08.05 (Ильина) [А.П.]; плато Гу-ниб, 18.07.02 (Ильина)

[А.П.]; Приморский, 26-27.05.92 (Загуляев) [ЗИН]; Самур, 01.05.99, 24.06.06 (Ильина) [А.П.]; Терменлик, 19.06.98 (Ильина) [А.П.]; Хасавюрт, 26.06.49 (Рябов) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009; Кандык, Магарамкент, Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия 21-25.06. 11 (Абдурахманов и др., 2011).

Cardepia Hampson, 1905

4. *Cardepia irrisoria (Erschoff, 1874)* - Ирано-туранский, ксерофил

Места обитания: степи, полупустыни, горные степи.

Период лета имаго: май - сентябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: редко.

Распространение на территории Дагестана - Ахты, нач. 07.37 (Рябов) [ЗИН]; Капчугай, 01.05.38, 18.05.39, 20.06-22.08.40 (Рябов) [ЗИН]; Каякент, 28.05.02 (Ильина) [А.П.]; Кумтор-Кале, 25.09.26 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 31.07.46 (Рябов) [ЗИН]; Тарки, 25.08.40, 10.06.45 (Рябов) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009, остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

Lacanobia Billberg, 1820

5. *Lacanobia oleracea (Linnaeus, 1758)* - Транспалеарктический, гемиксерофил.

Места обитания: травянистые биотопы от полупустынь до высокогорий; агроценозы.

Период лета имаго: апрель - октябрь, сроки лёта разных генераций перекрываются. Развивается за сезон в 2-3 поколениях.

Встречаемость: массовый многоядный вредитель сельскохозяйственных культур.

Распространение на территории Дагестана - Акнада I, 28.07.04 (Ильина) [АЛ.]; Алкадар, 05.06.04 (Ильина) [АЛ.]; Аща, 25.07.04 (Ильина) [АЛ.]; Агвали, 15.08.06 (Ильина) [ЗИН]; Балахани, 26.07.01; Майданское, 15.05.98, 29.06.99, 15.07.00, 20.07.01; Шишилик, 25.08.98 (Абдурахманов и др., 2003); В. Гаквари, 12.07.00 (Ильина) [АЛ.]; В. Казанище, 25.06.99 (Ильина) [АЛ.]; В. Колоб, 17.07.05 (Ильина) [АЛ.]; Гуладтымахи 18.06.05 (Ильина) [АЛ.]; Ингиши, 27.06.03 (Ильина) [АЛ.]; Карата, 08.08.02 (Ильина) [АЛ.]; Каякент,

18.06.98 (Ильина) [АЛ.]; Кегер, 21.07.05 (Ильина) [АЛ.]; Кули, 16.07.03 (Ильина) [АЛ.]; Лологонитль, 10.08.02 (Ильина) [АЛ.]; Махачкала, 10.06.03 (Ильина) [АЛ.]; Махачкала, 30.05.45, 27.09.47 (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Самур, 01.05.99 (Ильина) [АЛ.]; Тохота, 20.07.01 (Ильина) [АЛ.]; Тпиг, 08.07.03 (Ильина) [АЛ.]; Цада, 15.07.05 (Ильина) [АЛ.]; Цирхе, 12.07.03 (Ильина) [АЛ.]; Чох, 21.08.02 (Ильина) [АЛ.], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009; Кандык, Магарамкент, Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

6. *Lacanobia praedita (Hübner, 1813)* - Восточносредиземноморский, ксерофил.

Места обитания: степи Предкавказья, локален.

Период лета имаго: май - сентябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: нечасто.

Распространение на территории Дагестана - Дербент, 08-09.07.28, 01.09.31 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 20-31.05.26, 28.06.40 (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Тарки, 04.08.40, 06.07-20.08.47 (Рябов) [ЗИН], остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

Hadena Schrank, 1802

7. *Hadena irregularis (Hufnagel, 1766)* - Евросибирский, гемиксерофил.

Места обитания: от степной зоны до среднегорий.

Период лета имаго: май - август. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: нечасто.

Распространение на территории Дагестана - Аркас, 18.06.41 (Рябов) [ЗИН]; В. Гаквари, 12.07.00 (Ильина) [А.П.]; Данух, 25.06.04 (Ильина) [А.П.]; Капчугай, 21-22.06.33 (Рябов) [ЗИН]; Кули, 16.07.03 (Ильина) [А.П.]; Левашы, 01.07.26 (Рябов) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009, остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

Mythimna Ochsenheimer, 1816

8. *Mythimna albipuncta (Denis & Schiffermuller, 1775)* - Средиземноморский, мезофил.

Места обитания: разнообразные травянистые формации от степей, полупустынь и галофитных ассоциаций до гигрофильных плавней, рудеральной растительности на землях агроценозов и населенных пунктов.

Период лета имаго: апрель - октябрь. Сроки лета разных поколений в Предкавказье, на побережьях морей и в низкогорьях перекрываются. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: массовый.

Распространение на территории Дагестана - Ахты, 20.07.26 (Рябов) [ЗИН]; Балахани, 26.07.01; Майданское, 18.05.98, 25.06.99, 15.07.00, 20.07.01 (Абдурахманов и др., 2003); Берикей, 03.07.99 (Ильина) [А.П.]; Капчугай, 15.10.33 (Рябов) [ЗИН]; Лологонитль, 10.08.02 (Ильина) [А.П.]; Махачкала, 27.05.44 (ex l.) (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Огюз-Тау, 29-30.08.40 (Рябов) [ЗИН]; Тарки, 10.09.39 (Рябов) [ЗИН]; Тохота, 20.07.01 (Ильина) [А.П.]; Гурбуки, 05.06.06 (Ильина) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009; Кандык, Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

9. *Mythimna pallens* (Linnaeus, 1758) - Транспалеарктический, мезофил.

Места обитания: от степей на равнинах до среднегорий, агроценозы.

Период лета имаго: апрель - сентябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: массовый на равнинах и обычный в горах.

Распространение на территории Дагестана - Балахани, 26.07.01; Майданское, 18.05.98, 25.06.99, 20.07.01 (Абдурахманов и др., 2003); Дербент, 25.08.28 (Рябов) [ЗИН]; Капчугай, 17.06.44 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 15.06.45 (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Кандык (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений (Абдурахманов и др., 2011).

10. *Mythimna straminea* (Treitschke, 1825) - Западнопалеарктический, гигрофил.

Места обитания: луговые биотопы с доминированием гигрофитных злаков от равнин Предкавказья до среднегорий.

Период лета имаго: май - сентябрь. Развивается за сезон в 1-2 поколениях в зависимости от высоты биотопа над уровнем моря.

Встречаемость: обычен.

Распространение на территории Дагестана - Дербент, 14.05.28 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 26.09.44, 29.08.52, 15.06.53 (Рябов) [ЗИН]; Тарки, 25.09.45 (Рябов) [ЗИН]; Кандык, Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

11. *Mythimna vitellina* (Hübner, 1808) - Средиземноморский, гемиксерофил.

Места обитания: остепненные луга и степи от равнин Предкавказья до высокогорий.

Период лета имаго: март - ноябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях, второе гораздо более многочисленное.

Встречаемость: обычный, массовый в горах.

Распространение на территории Дагестана - Алкадар, 05.06.04 (Ильина) [А.П.]; Балахани, 26.07.01; Майданское, 15.05.98, 29.06.99, 15.07.00, 20.07.01; Шишлик, 25.08.98 (Абдурахманов и др., 2003); Буршаг, 01.07.03 (Ильина) [А.П.]; Гертма, 20.06.04 (Ильина) [А.П.]; Губден, 09.06.06; Гурбуки, 05.06.06 (Ильина) [ЗИН]; Гуладтымахи 18.06.05 (Ильина) [А.П.]; Дербент, 15.07.31 (ЗИН: И.Смолин); Капчугай, 21.08.40 (Рябов) [ЗИН]; Каякент, 28.05.02 (Ильина) [А.П.]; Ленинаул, 18.05.99 (Ильина) [А.П.]; Махачкала, 14.09.25 (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Махачкала, 10.06.03, 10.08.04 (Ильина) [А.П.]; Межгюль, 17.06.03 (Ильина) [А.П.]; плато Гуниб, 20.09.03 (Ильина) [А.П.]; Приморский, 18-27.05.92 (Загуляев) [ЗИН]; Тарки, 09.03.44 (Рябов) [ЗИН]; Терменлик, 19.06.98 (Ильина) [А.П.]; Тпиг, 08.07.03 (Ильина) [А.П.], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009; Кандык, Магарамкент, Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия 23-24.06.11. (Абдурахманов и др., 2011).

Leucania Ochsenheimer, 1816

12. *Leucania obsoleta* (Hübner, 1803) - Западнопалеарктический, гигрофил.

Места обитания: луговые сообщества в степной зоне и предгорьях.

Период лета имаго: апрель - октябрь. Развивается за сезон в 1 поколении.

Встречаемость: массовый.

Распространение на территории Дагестана - Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Рыбачий, 07.06.74 (Полтавский) [А.П.]; Самур, 24.06.06 (Ильина) [ЗИН], Абдурахманов Г.М., Алиева М.З., и др. 2009, остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

13. *Leucania zae (Duponchel, 1827)* - Космополит, ксерофил.

Места обитания: луга и степные биоты от степной зоны до среднегорий.

Период лета имаго: апрель - октябрь. Развивается за сезон в 2 поколениях.

Встречаемость: редко.

Распространение на территории Дагестана - Гуниб, 22.04.01 (Ильина) [А.П.]; Капчугай, 05.06.37, 18.05.39 (Рябов) [ЗИН]; Кумтор-Кале, 21.05.39 (Рябов) [ЗИН]; Махачкала, 28.09.26 (Рябов) [ЗИН]; Бархан Сарыкум (Абдурахманов и др., 2006); Хапиль (Абдурахманов Г.М., Курбанова Н.С., и др. 2009), остров Тюлений Северо-Западного Каспия (Абдурахманов и др., 2011).

Таким образом, в районе нашего исследования подсемейство *Nadeninae* представлено 13 видами, относящихся к 6 родам.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ВОД Г. МАХАЧКАЛА НЕФТЯНЫМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ

Иванущенко Ю.Ю.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проект) - RFMEFI57414X0032)

В перечне экологических проблем Каспийского моря нефтяное загрязнение занимает одно из первых мест. Вносит оно и значимый вклад в загрязнение Дагестанского шельфа Каспийского моря, при этом на акваторию, прилегающую к городу Махачкала, и так приходится наибольшая техногенная нагрузка. Новый этап в освоении нефтяных богатств Каспия неминуемо приведет к загрязнению морской среды нефтепродуктами. Для оценки допустимости дополнительного воздействия на прибрежные воды г. Махачкала, необходимо соотнести имеющееся содержание углеводородов в воде с существующей нагрузкой и способностью морских вод к самоочищению.

Для решения проблемы можно использовать материалы многолетних исследований, полученные в рамках государственного мониторинга окружающей среды, которые с этой точки зрения рассматривались серии работ (Экологическая оценка..., 2006; Монахова, Абдурахманов и др., 2007; Монахова и др., 2007; Монахова, 2007, 2008; Монахова, Расулова, 2010). Учитывая, что за последние 6 лет государственной наблюдательной сетью накоплены новые данные, возникла необходимость пересмотра и переоценки полученных ранее результатов. Названные обстоятельства и определяют актуальность проведенных исследований.

Основной целью работы явилось применение технологии экологической оценки загрязнения морской среды к прибрежным морским водам г. Махачкала и определение основных ее показателей в отношении нефтяных углеводородов.

Объектом исследований выступили прибрежные морские воды г. Махачкала. Конкретными предметами исследований послужили экологические параметры, характеризующие состояние загрязненности нефтяными углеводородами акватории района и устойчивость прибрежных морских экосистем к воздействию нефтяного загрязнения.

В работе решались следующие задачи:

1. Обобщить сведения о скорости деградации нефтепродуктов в Каспийском море (ассимиляционной емкости) и современных подходах к ее оценке по имеющимся литературным источникам;
2. Сформировать массив данных измерений концентрации нефтяных углеводородов в морской воде, выполнявшихся в соответствии с программой Государственной службы наблюдений в период 1978-2011 гг. в районе Махачкала;
3. Установить особенности загрязнения нефтепродуктами прибрежных морских вод г. Махачкала (концентрацию и нагрузку нефтяных углеводородов, потенциалы загрязнения и очищения);
4. Определить ассимиляционную емкость района Махачкала в отношении нефтепродуктов;
5. Оценить устойчивость прибрежных морских экосистем к воздействию нефтяного загрязнения на акватории района Махачкала.

Для решения первой задачи использовались разнообразные материалы, опубликованные в научной и справочной литературе. В ходе решения второй задачи использовались архивные материалы, хранящиеся в Астраханском и Дагестанском ЦГМС. Основным материалом исследования для решения остальных задач послужил сформированный массив данных, охватывающий результаты измерений концентрации нефтяных углеводородов в морской воде в период 1978-2011 гг. (3042 записи).

Главным методическим арсеналом в работе явилась технология экологической оценки загрязнения морской среды, разработанная специалистами ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр».

Новизну данной работе придает временной охват проведенных исследований. Результаты исследований могут быть использованы для разработки мер, направленных на защиту и оздоровление прибрежных морских вод г. Махачкала, а также для комплексной

оценки экологического состояния Дагестанского шельфа Каспийского моря. Нами сделаны следующие выводы:

1. В районе Махачкала в поверхностном и придонном горизонтах не наблюдается выраженных сезонных изменений концентрации нефтяных углеводородов, значения меняются в основном в пределах ПДК (0,05 мг/л). Амплитуда многолетней изменчивости концентрации нефтепродуктов за период 1978-2011 гг. составляет 0,11 мг/л в поверхностном слое, 0,17 мг/л – в придонном.

2. Для большинства станций исследуемого района присутствует закономерность достижения наибольших значений максимальной нагрузки по НУ в январе. Снижение максимальной нагрузки в основной части акватории района происходит в октябре (абсолютный минимум составляет 0,54 тонн/км²).

3. Значимое повышение потенциалов загрязнения происходит в осенний сезон на преобладающей части станций (вплоть до 3,49 тонн/км²мес). В первой половине лета на существенной части акватории района наблюдается снижение значений потенциалов загрязнения (минимум – 0,06 тонн/км²мес).

4. Установлено, что повышение потенциала очищения (до 1,81 тонн/км²мес) и ассимиляционной емкости акватории (до 0,57 тонн/км²мес) наблюдается, в основном, в осенний период, причиной чего, очевидно, является усиление водообмена между прибрежной акваторией и открытой частью моря в связи с осенним повышением ветровой активности. Снижение указанных показателей происходит весной.

5. Оценка экологического благополучия прибрежных морских вод в районе Махачкала показывает, что в сентябре 2011 г. в районе Махачкалы мелководная акватория с повышенной нагрузкой по нефтепродуктам оценивалась как неблагополучная, а приглубая акватория с повышенной ассимиляционной емкостью – как относительно благополучная.

Считаем, что для дополнительной нагрузки на прибрежные воды в районе Махачкала необходимо предусмотреть меры, направленные на оздоровление морской среды, повышение ее ассимиляционной емкости.

Литература

1) Монахова, Г.А. О локальном нефтяном загрязнении Дагестанского шельфа Каспийского моря / Г.А. Монахова, Г.М. Абдурахманов, Е.В.Островская, С.Ю. Штунь // Материалы второй международной конференции молодых ученых и специалистов «Комплексные исследования биологических ресурсов южных морей и рек» (11-13 апреля 2007 г., Астрахань). – Астрахань: Изд-во КаспНИХ, 2007. – С. 66-68;

2) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского побережья Каспийского моря нефтяными углеводородами. / Г.А. Монахова. // Университетская экология: Международный сборник научных трудов. – Махачкала: ИПЭ РД, 2007. – С. 216-218;

3) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения Дагестанского шельфа Каспийского моря нефтяными углеводородами / Г.А. Монахова, М.М. Расулова // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. – 2010. - №3. - С. 65-72;

4) Монахова, Г.А. Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами. / Г.А. Монахова, Г.М. Абдурахманов, С.К. Монахов // Электронная версия материалов Международного научно-практического семинара молодых ученых и студентов. – Астрахань: Издательство АГТУ. – 2007 (на CD, № гос. рег. 0320701607);

5) Монахова, Г.А. Экологические особенности районов Каспийского моря с различным правовым и хозяйственным режимом: автореферат на соискание степени кандидата биологических наук: защищена 23.12.2008; утверждена 3.04.2009 / Г.А. Монахова. – Махачкала, 2008, 23 с.;

6) Экологическая оценка загрязнения западной части Среднего Каспия нефтяными углеводородами: атлас. / Г.А. Монахова [и др.]. – Астрахань, 2006.- 50 с.

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ АПВЕЛЛИНГА У ДАГЕСТАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ -

Курамагомедов Б.М.

Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение №14.574.21.0109 (уникальный идентификатор прикладных научных исследований (проекта) - RFMEFI157414X0032)

Использование и интеграция возможностей геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли уже стали традиционными для целей исследования изменчивости полей океанологических характеристик. Известно, что спутниковые снимки морской поверхности позволяют качественно и количественно оценивать содержание в водной толще взвешенных и растворенных веществ различного происхождения, отслеживать их источники и динамику, температуру поверхности моря и т.д. Именно поэтому они как нельзя лучше подходят для изучения явления подъема глубинных вод (апвеллинга) в Каспийском море.

Апвеллинг наблюдается, в основном, у восточного и западного побережья Среднего Каспия и в летнее время может быть идентифицирован по отрицательной температурной аномалии. Длительное время для изучения апвеллинга использовались данные прибрежных наблюдений, вследствие чего он трактовался как локальное явление, не играющее особой роли в жизни Каспийского моря. Наличие спутниковых данных позволяет по-новому взглянуть на эту проблему. Между тем, апвеллинг на Каспии в гидрологическом отношении апвеллинг изучен недостаточно, а его влияние на гидрохимические и гидробиологические условия до сих пор остается невыясненным. При этом подъеме глубинных вод у Дагестанского побережья Каспийского моря посвящено наименьшее число публикаций.

Целью наших исследований, проводившихся в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг., явилось изучение

подъема глубинных вод и его роли в формировании гидрохимического и гидробиологического режима западной части Среднего Каспия.

В качестве материалов исследований, полученных с применением дистанционных методов, использовались данные мультиспектрального сканера MODIS, установленного на аппаратах Terra и Aqua, с пространственным разрешением 250-1000 м. При этом определение температуры поверхности производилось по результатам съемки в инфракрасном диапазоне, с разрешением в 1 км и 0,3-0,5 °С (канал MOD28), а концентрации хлорофилла «а» - способами определения цвета воды (каналы MOD19, MOD21) и флюоресценции хлорофилла «а» (MOD20), с шагом 10 мг/м³ в шкале логарифмического типа. Для выявления характера распределения взвеси применялся коэффициент диффузного ослабления для длины волны 490 нм (Kd₄₉₀), характеризующий степень прозрачности морской воды. Основными материалами, полученными при помощи контактных методов, выступили данные прибрежных гидрометеорологических наблюдений на станциях Росгидромета, а также результаты собственных измерений гидрохимических параметров прибрежных вод в районе г. Махачкала в 2011 г.

Все спутниковые материалы обрабатывались в ГИС-пакетах SeaDAS и ArcGis. Космические снимки, прежде чем попасть в ГИС-проект, прошли несколько этапов обработки.

На начальном этапе были получены данные первого и второго уровней обработки, распространяемые через систему Ocean Color Web. Снимки первого уровня синтезировались в цветное изображение для визуального дешифрирования облаков, взвеси и т.д., а также проходили обработку по атмосферной и геометрической коррекции в программе SeaDAS.

Данные второго уровня представляли собой сырые пространственно-координированные изображения температуры, концентрации хлорофилла «а» и взвеси, которые также обрабатывались в программе SeaDAS. Функциональные возможности применяемых программ позволили выполнить и различные арифметические операции со снимками, такие, как вычисления разницы между двумя сценами, среднее из двух и более сцен и т.д. Все полученные в результате обработки снимков данные в виде

тематических слоев приводились к единой картографической проекции (WGS 84) для дальнейшей обработки в программе ArcGis и создания ГИС-проекта.

ГИС-проект представляет собой относящуюся к одной пространственно-временной области коллекцию картографических слоев и атрибутивных данных, предназначенных для комплексного анализа. При его формировании в программе ArcGis были созданы два блока базы геоданных – за 2010 и 2011 гг., разделенные по месяцам. В них объединены, главным образом, ежедневные спутниковые растровые данные о температурных полях, концентрации хлорофилла «а» и взвеси в поверхностном слое вод Среднего Каспия, а также материалы прибрежных наблюдений за гидрологическими (температура, соленость, уровень) и гидрохимическими (рН, содержание растворенного кислорода и биогенных элементов) показателями. Всего в георегиональную базу данных внесено 199 карт полей температуры, по 169 карт распределения концентрации хлорофилла «а» и взвеси в поверхностном слое воды, 918 значений измерений температуры, 916 – солености, 306 – уровня, по 208 – рН и растворенного кислорода и по 103 – содержания растворенных аммонийного азота, фосфатов и кремния. ГИС-проект позволяет визуализировать эти данные и проследить изменение перечисленных показателей, в том числе во время подъема глубинных вод.

Проект, использующий данные о характеристиках поверхностного слоя вод Среднего Каспия, включает в себя слои, отображающиеся в виде тематических карт. Так, при работе с ГИС-проектом, пользователь, открывая интересующую карту, может нажать на пиктограмму «Информация» и выбрать интересующий его участок акватории. После нажатия на пиктограмму «Макет» появляется возможность вывести на печать готовую картографическую продукцию. Включая и отключая тематические слои за определенную дату, пользователь имеет возможность, без специальных знаний основ геоинформатики, получить информацию об особенностях апвеллинга и его роли в формировании гидрохимического и гидробиологического режима Среднего Каспия.

Таким образом, полученный ГИС-проект, преимущественно, представляет собой технологию по организации доступа к данным.

Считаем, что при отсутствии возможности создания тематического геопортала он является самым лучшим способом отображения данных для многопользовательского применения.

Результаты, интегрированные в ГИС-проект, меняют представление о характере и природе процессов, происходящих в Каспийском море во время подъема глубинных вод. Указанный проект позволил применить комплексный подход, заключающийся в использовании комбинации контактных и дистанционных методов анализа случаев апвеллинга у западного побережья Среднего Каспия.

Нами установлено, что апвеллинг в западной части Среднего Каспия является мезо- и даже чаще макромасштабным явлением (особенно крупные температурные аномалии отмечаются, как правило, в районе Лопатина – свыше 4 тыс. км²). Применение гидрохимических показателей для оценки апвеллинга, в особенности длительного и сильного, позволило выявить косвенные признаки того, что на исследуемой акватории ему предшествует подъем глубинных вод в подповерхностный слой.

Выявлено, что летний апвеллинг вызывает скачкообразные изменения функциональной активности фитопланктона, что выражается в росте концентрации хлорофилла «а» и взвеси в прибрежной зоне в первые его несколько дней. Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что наибольшее влияние на функционирование морских экосистем оказывает подъем глубинных вод, особенно продолжительный, происходящий в начале летнего сезона. После прохождения «циклов» апвеллинга глубинные водные массы трансформируются по гидрологическим и гидрохимическим показателям.