



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научной работе
и инновациям
Ашурбеков Н.А.

«29» *сентября* 2022 г.

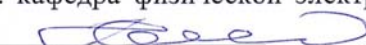
ПРОГРАММА - МИНИМУМ
кандидатского экзамена по подготовке кадров высшей квалификации
по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»
(физико-математические науки)

Направленность (профиль) программы


1.3.6 – Оптика

Махачкала – 2022

Программа – минимум кандидатского экзамена по направлению 03.06.01 – Физика и астрономия, направленность (профиль) программы 1.3.6 - «Оптика» составлена в 2022 году на основе паспорта научной специальности и учебного плана ДГУ по образовательной программе подготовки аспирантов.

Разработчик (и): кафедра физической электроники, Ашурбеов Н.А., д.ф.-м.н., профессор 

Программа – минимум кандидатского экзамена одобрена: на заседании ученого совета физического факультета от «30» июня 2022 г., протокол №10

Председатель совета  Курбанисмаилов В.С.
«29» июня 2022 г

на заседании Методической комиссии физического факультета от «29» июня 2022 г., протокол №10

Председатель  Ж.Х. Мурлиева

Программа – минимум кандидатского экзамена по направлению 03.06.01 Физика и астрономия согласована с Управлением аспирантуры и докторантуры «26» 09 2022 г.

Начальник Управления  Э.Т. Рамазанова

ПРОГРАММА-МИНИМУМ

кандидатского экзамена по специальности профилю

1.3.6 - «Оптика»

по физико-математическим и техническим наукам

Введение

Настоящая программа основана на следующих дисциплинах: электромагнитной теории света, геометрической оптике, физической оптике, взаимодействии света с веществом, оптике лазеров, прикладной оптике, спектроскопии, статистической и квантовой оптике.

Программа разработана экспертным советом Высшей аттестационной комиссии Министерства образования Российской Федерации по физике при участии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова и Физического института им. П.Н. Лебедева РАН.

1. Электромагнитная теория света

Уравнения Максвелла. Вектор Умова—Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны. Параболическое приближение. Моды свободного пространства. Фазовая и групповая скорости света.

Поляризация света. Вектор Джонса. Параметры Стокса. Сфера Пуанкаре. Расчетные методы Джонса и Мюллера. Типы поляризационных устройств.

Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Отражение света от поверхности проводника. Глубина проникновения.

Распространение света в анизотропных и гиротропных средах. Волновые поверхности в кристаллах. Лучи и волновые нормали. Эллипсоид Френеля. Оптические свойства одноосных и двуосных кристаллов. Двойное лучепреломление. Коническая рефракция. Электрооптические эффекты Керра и Поггеля. Оптическая активность. Эффект Фарадея.

Оптика движущихся сред. Опыты Физо и Майкельсона. Преобразования Лоренца. Продольный и поперечный эффекты Допплера.

2. Геометрическая оптика

Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Уравнение эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма. Гомоцентрические пучки.

Понятие оптического изображения. Параксиальное приближение. Преломление на сферической поверхности. Сферические зеркала и линзы. Образование каустик в оптических системах. Геометрические аберрации

третьего и более высоких порядков. Хроматическая абберация. Типы оптических приборов.

3. Интерференция и дифракция световых волн

Интерференция частичнокогерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Теорема Ван—Циттерта—Цернике.

Двухлучевая и многолучевая интерференция. Сдвиговая и спекл-интерферометрия. Многослойные покрытия.

Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа—Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Эффект Тальбо. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка. Параболическая теория дифракции, гаусский пучок. ABCD -метод; комплексный параметр кривизны. Особенности дифракции некогерентного излучения. Основы векторной теории дифракции.

Обратные задачи теории дифракции. Синтез оптических элементов. Киноформная оптика.

4. Теория излучения и взаимодействия световых волн с веществом

Классическая теория взаимодействия излучения с веществом. Резонансное приближение. Дисперсионные соотношения Крамерса—Кронига. Оптические нутации. Оптический эффект Штарка. Фотонное эхо и самоиндуцированная прозрачность. Солитоны. Релаксационные процессы. Уравнение для матрицы плотности. Самосогласованные уравнения для поля, поляризации и разности заселенностей. Эффект насыщения.

Законы теплового излучения. Формула Планка. Фотоэффект.

Квантование поля. Операторы рождения и уничтожения фотонов. Гамильтониан квантованного поля. Коммутационные соотношения для операторов поля.

Однофотонные и многофотонные процессы. Вероятности спонтанных и вынужденных переходов. Коэффициенты Эйнштейна. Квадрупольные и магнито-дипольные переходы. Кооперативные эффекты. Сверхизлучение. Когерентное и комбинационное рассеяния.

Нелинейные восприимчивости. Распространение волн в нелинейной среде. Метод медленно меняющихся амплитуд. Условие синхронизма. Генерация оптических гармоник. Трехволновое взаимодействие. Параметрическое преобразование частоты. Самофокусировка света. Вынужденное и комбинационное рассеяние. Вынужденное рассеяние Мандельштама—Бриллюэна. Четырехволновое взаимодействие. Обращение волнового фронта. Вещество в сверхсильном световом поле.

5. Статистическая оптика

Временная и пространственная когерентность световых полей; корреляционные функции первого и высших порядков. Спектральное представление. Теорема Винера—Хинчина.

Интерферометрия интенсивностей. Опыт Брауна—Твисса.

Квантовые свойства световых полей. Фоковское, когерентное и сжатое состояние поля.

Распределение Бозе—Эйнштейна. Параметр вырождения поля. Пуассоновская, субпуассоновская и суперпуассоновская статистика фотонов. Связь статистик фотонов и фотоотсчетов, формула Манделя для распределения фотоотсчетов. Дробовой шум.

Статистические свойства лазерного излучения.

Закон Кирхгофа и шумы квантовых усилителей света. Флуктуационно-диссипационная теорема.

Корреляционная спектроскопия. Эффекты группировки и антигруппировки фотонов.

Спонтанное параметрическое рассеяние света. Бифотоны. Перепутанные состояния света. Оптическая реализация кубитов и их преобразования. Состояния Белла. Парадокс Эйнштейна—Подольского—Розена. Неравенства Белла.

Статистика частично поляризованного излучения. Поляризационная матрица.

Распространение волн в случайно неоднородной среде. Корреляционные и структурные функции амплитуды и фазы. Оптические модели атмосферной турбулентности.

Рассеяние света в дисперсной среде; уравнение переноса, диффузионное приближение.

Рассеяние света в биоткани.

6. Спектроскопия

Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Определение набора термов. Исходные термы. Мультиплетная структура. Правила отбора. Взаимодействие конфигураций. Спектры молекул. Адиабатическое приближение. Группы симметрии молекул. Колебательные спектры. Классификация нормальных колебаний по типам симметрии. Вырождение. Резонанс Ферми. Правила отбора в колебательных спектрах поглощения и комбинационного рассеяния. Вращательная структура колебательных полос. Электронные спектры молекул. Классификация электронных состояний двухатомных молекул. Принцип Франка—Кондона. Типы связи электронного движения и вращения. Спектроскопия твердого тела. Переходы под действием света в идеальном кристалле. Поглощение в инфракрасной области спектра и взаимодействие света с фононной подсистемой. Переходы в электронной подсистеме.

Поглощение света в металлах. Запрещенная зона и область прозрачности в диэлектриках. Экситоны Ванье—Мотта и Френкеля. Область фундаментального поглощения. Переходы с остовных уровней. Эффекты Оже и Фано. Эффекты на краях остовного поглощения: EXAFS и XANES. Понятие о поляритонах. Спектроскопия дефектных состояний в кристаллах. Автолокализация экситонов и дырок в диэлектриках. Вторичные эффекты в кристаллах: люминесценция, фотоэмиссия, дефектообразование под действием света.

Люминесценция. Классификация люминесценции по длительности свечения и способу ее возбуждения. Молекулярная и рекомбинационная люминесценция. Закон Стокса—Ломмеля. Правило зеркальной симметрии спектров поглощения и люминесценции Левшина и универсальное соотношение между ними Степанова. Закон Вавилова. Триплетные состояния молекул и их роль в процессах деградации и миграции энергии электронного возбуждения. Схема Теренина—Льюиса. Тушение (температурное, концентрационное, посторонними веществами) люминесценции. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения. Люминесценция молекулярных кристаллов. Теория Давыдова. Кооперативные процессы в люминесценции.

Зонная модель люминесценции диэлектриков. Размножение электронных возбуждений в твердом теле. Термовысвечивание и инфракрасная стимуляция. Применение люминесцентных кристаллов в науке, технике и медицине.

7. Экспериментальная и прикладная оптика

Источники оптического излучения. Тепловые, газоразрядные и лазерные источники. Синхротронное излучение. Оптические материалы. Характеристики приемников излучения: спектральная и интегральная чувствительность, шумы, инерционность. Приборы с зарядовой связью (ПЗС) - линейки, матрицы.

Техника спектроскопии. Светофильтры, призмные и дифракционные спектральные приборы, интерферометры. Фурье-спектроскопия. Основные характеристики приборов: аппаратная функция, разрешение, светосила, дисперсия. Лазерная спектроскопия.

Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двумерных и трехмерных голограмм. Цифровые голограммы. Переходные и передаточные функции оптических систем обработки информации. Изопланарность. Использование методов Фурье-оптики для оптической фильтрации и распознавания образов. Коррекция и реконструкция изображений. Методы компьютерной оптики. Волоконная оптика. Типы волоконных световодов. Моды оптических волокон. Затухание и дисперсия мод. Направленные ответвители. Волоконные линии связи. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.

8. Оптика лазеров

Принцип работы лазера. Схемы накачки. Теория Лэмба. Эффекты затягивания частоты и выгорания дыр. Лэмбовский провал.

Оптические резонаторы. Моды оптических резонаторов. Свойства лазерных пучков.

Типы лазеров. Твердотельные лазеры. Газовые лазеры: лазеры на нейтральных атомах, ионные лазеры, молекулярные лазеры, лазеры на самоограниченных переходах. Химические лазеры. Полупроводниковые лазеры. Лазеры на центрах окраски.

Режимы работы лазеров. Непрерывные и импульсный режимы. Пичковый режим. Модуляция добротности. Синхронизация мод. Генерация сверхкоротких импульсов.

Принципы адаптивной оптики; коррекция волнового фронта лазерных пучков.

Основная литература

1. Бутиков, Е.И. Физика: учебное пособие / Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. - Москва: Физматлит, 2011. - Кн. 2. Электродинамика. Оптика. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-0108-0, 978-5-9221-0110-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75493>. (24.11.2018).
2. Ахманов С.А. Физическая оптика [Электронный ресурс]: учебник / С.А. Ахманов, С.Ю. Никитин. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2004. — 656 с. — 5-211-04858-X. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13050.html>.
3. Тучин, В.В. Лазеры и волоконная оптика в биомедицинских исследованиях / В.В. Тучин. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва: Физматлит, 2010. - 500 с. - ISBN 978-5-9221-1278-9; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75958>. (24.11.2018).
4. Коротаев В.В. Расчет шумовой погрешности оптико-электронных приборов [Электронный ресурс] / В.В. Коротаев. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2012. — 47 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68094.html>.
5. Ландсберг, Г.С. Оптика: учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - 6-е изд., стереот. - Москва: Физматлит, 2010. - 848 с. - ISBN 978-5-9221-0314-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82969>. (24.11.2018).

6. Ландсберг, Г.С. Оптика: учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - 7-е изд., стер. - Москва: Физматлит, 2017. - 852 с.: табл., граф., схем. - ISBN 978-5-9221-1742-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257>. (24.11.2018).
7. Бутиков, Е.И. Физика: учебное пособие / Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев. - Москва: Физматлит, 2011. - Кн. 2. Электродинамика. Оптика. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-0108-0, 978-5-9221-0110-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75493>. (24.11.2018).
8. Борн М., Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука, 1970.
9. Матвеев А.Н. Оптика. М.: Высшая школа, 1985.
10. Сивухин Д.В. Общий курс физики. Оптика. М.: Наука, 1980.
11. Бакланов Е.В. Основы лазерной физики [Электронный ресурс]: учебник / Е.В. Бакланов. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 131 с. — 978-5-7782-1606-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45127.html>
12. Реутов А.Т. Физика лазеров. Часть 2. Основы теории лазеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Т. Реутов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2011. — 96 с. — 978-5-209-03654-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11534.html>
13. Шандаров В.М. Основы физической и квантовой оптики [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Шандаров. — Электрон. текстовые данные. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2012. — 197 с. — 5-86889-228-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14018.html>
14. Пахомов И.И. Квантовая теория излучения. Взаимодействие излучения с веществом [Электронный ресурс]: учебное пособие / И.И. Пахомов, А.М. Хорохоров. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 36 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31423.html>
15. Моделирование взаимодействия излучения с веществом в задачах лазерной оптики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ю. Храмов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2010. — 111 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67304.html>

16. Волоконные технологические лазеры [Электронный ресурс]: учебное пособие / Ю.В. Голубенко [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010. — 52 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30941.html>

Дополнительная литература

1. Ремпель С.В. Основы оптики [Электронный ресурс]: учебное пособие / С.В. Ремпель. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 132 с. — 978-5-7996-0995-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68363.html>.
2. Проблемы когерентной и нелинейной оптики [Электронный ресурс]: сборник статей / А.М. Алексеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2008. — 139 с. — 978-6-7577-0320-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68690.html>.
3. Оптика. Практикум [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / И.А. Лыков [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 64 с. — 978-5-7996-1666-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/69650.html>.
4. Гестрин С.Г. Оптика и квантовая физика [Электронный ресурс]: электронное учебное пособие / С.Г. Гестрин, Е.К. Сергеева, Е.В. Щукина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, ЭБС АСВ, 2013. — 49 с. — 978-5-7433-2631-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/80110.html>.
5. Волновая оптика и квантовая физика [Электронный ресурс]: учебное пособие / О.И. Кондратьева [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. — 160 с. — 978-5-7882-0996-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61832.html>.
6. Боярский К.К. Волновая оптика [Электронный ресурс]: руководство к лабораторному практикуму / К.К. Боярский, Т.Д. Колесникова, И.Г. Смирнова. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 60 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65826.html>.
7. Пушкарева А.Е. Компьютерное моделирование в оптике биотканей [Электронный ресурс] / А.Е. Пушкарева, А.А. Кузнецова. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2016. — 94 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66517.html>.

8. Пушкарева А.Е. Методы математического моделирования в оптике биоткани [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Е. Пушкарева. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2008. — 103 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67285.html>.
9. Моделирование взаимодействия излучения с веществом в задачах лазерной оптики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Ю. Храмов [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2010. — 111 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67304.html>.
10. Вознесенский Н.Б. Основы оптики [Электронный ресурс]: конспект лекций / Н.Б. Вознесенский, Т.В. Иванова, А.О. Вознесенская. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2009. — 156 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67490.html>.
11. Цуканова Г.И. Прикладная оптика. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.И. Цуканова, Г.В. Карпова, О.В. Багдасарова. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2013. — 74 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67577.html>.
12. Летута С.Н. Курс физики. Оптика [Электронный ресурс] : учебное пособие для студентов инженерно-технических направлений подготовки / С.Н. Летута, А.А. Чакак. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 364 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30111.html>.
13. Жорина Л.В. Оптика [Электронный ресурс]: учебное пособие / Л.В. Жорина, Б.С. Старшинов. — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2011. — 88 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31128.html>.
14. Варданян В.А. Физические основы оптики [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Варданян. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2015. — 235 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/40554.html>.
15. Сарина М.П. Колебания, волны, оптика. Колебания и волны Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.П. Сарина. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. — 100 с. — 978-5-7782-2355-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45099.html>.
16. Алешкевич, В.А. Курс общей физики. Оптика: учебник / В.А. Алешкевич. - Москва: Физматлит, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1245-1 ; То же

- [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69335>. (24.11.2018).
17. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов [Электронный ресурс]: учебник / Ю.Г. Якушенков. — Электрон. текстовые данные. — М.: Логос, 2011. — 568 с. — 978-5-98704-533-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9130.html>.
18. Могилевцев Д.С. Методы квантовой оптики структурированных резервуаров [Электронный ресурс] / Д.С. Могилевцев, С.Я. Килин. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Белорусская наука, 2007. — 174 с. — 978-985-08-0864-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10063.html>.
19. Комоцкий В.А. Основы когерентной оптики и голографии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Комоцкий. — Электрон. текстовые данные. — М.: Российский университет дружбы народов, 2011. — 168 с. — 978-5-209-03627-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11431.html>.
20. Справочник по лазерной технике / пер. с нем. В.Н. Белоусова; под ред. А.П. Напартовича. - М.: Энергоатомиздат, 1991. - 544 с. : ил. - 2-00.
21. Климков, Юрий Михайлович. Прикладная лазерная оптика / Климков, Юрий Михайлович. - М. : Машиностроение, 1985. - 127 с.: ил.; 20 см. - (Библиотека приборостроителя). - Библиогр.: с. 120-122. - 0-45.
22. Ананьев, Юрий Алексеевич. Оптические резонаторы и лазерные пучки / Ананьев, Юрий Алексеевич. - М.: Наука, 1990. - 263,[1] с. : ил. - 4-40.
23. Справочник по лазерам: в 2-х т.: пер. с англ. с изм. и доп. Т.2 / под ред. А.М. Прохорова. - М.: Сов. радио, 1978. - 400 с. - 2-70.
24. Справочник по лазерам: в 2-х т.: пер. с англ. с изм. и доп. Т.1 / под ред. А.М. Прохорова. - М.: Сов. радио, 1978. - 504 с. - 3-20.
25. Клышко, Давид Николаевич. Физические основы квантовой электроники / Клышко, Давид Николаевич; под ред. А.А. Рухадзе. - М. : Наука, 1986. - 292, [1] с.: ил.; 22 см. - Библиогр.: с. 283- 285. - Предм. указ.: с. 286-290. - 1-90.
26. Курашев С.М. Физика. Волновые процессы, оптика и атомная физика [Электронный ресурс]: сборник задач / С.М. Курашев. — Электрон. текстовые данные. — М.: Издательский Дом МИСиС, 2011. — 119 с. — 978-5-87623-494-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56594.html>
27. Курашев С.М. Физика. Часть 1. Волновые процессы [Электронный ресурс]: курс лекций / С.М. Курашев. — Электрон. текстовые данные. —

- М.: Издательский Дом МИСиС, 2010. — 224 с. — 978-5-87623-345-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56595.html>
28. Кашапов Н.Ф. Лазеры и их применение в медицине [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Ф. Кашапов, Г.С. Лучкин, М.Ф. Самигуллин. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2011. — 95 с. — 978-5-7882-1073-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63715.html>
29. Шахно Е.А. Физические основы применения лазеров в медицине [Электронный ресурс] / Е.А. Шахно. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2012. — 129 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65350.html>
30. Назаров В.В. Применение пакета Mathcad в задачах оптики лазеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.В. Назаров, В.Ю. Храмов. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Университет ИТМО, 2015. — 66 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67582.html>
31. Либенсон М.Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть II. Лазерный нагрев и разрушение материалов [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.Н. Либенсон, Е.Б. Яковлев, Г.Д. Шандыбина. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2014. — 181 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65820.html>
32. Элементы квантовой оптики и квантовой механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. — 89 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64829.html>
33. Вихров С.П. Взаимодействие естественных и искусственных полей и излучений с биологическими объектами [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Вихров, Т.А. Холомина, Н.В. Гривенная. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 308 с. — 978-5-4487-0353-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79752.html>
34. Вихров С.П. Взаимодействие полей и излучений с биологическими объектами [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Вихров, Т.А. Холомина, Н.В. Гривенная. — 2-е изд. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2019. — 157 с. — 978-5-4487-0368-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79753.html>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по направлению 03.06.01 «Физика и астрономия»:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/> Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен.)
2. Методы получения наноразмерных материалов / курс лекций и руководство к лабораторным занятиям. Екатеринбург. 2007.
http://www.chem.spbu.ru/chem/Programs/Bak/ultradisp_sost_SS.pdf
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
4. Доступ к электронной библиотеки на <http://elibrary.ru> основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВПО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
5. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания (доступ будет продлен).
6. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/> (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
7. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
8. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru>
9. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
10. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки elibrary.ru).
11. <http://www.phys.msu.ru/rus/library/resources-online/> - электронные учебные пособия, изданные преподавателями физического факультета МГУ.
12. <http://www.phys.spbu.ru/library/> - электронные учебные пособия, изданные

преподавателями физического факультета Санкт-Петербургского государственного университета.

13. Springer. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок
14. SCOPUS <https://www.scopus.com> Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № Scopus/73 от 08 августа 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
15. Web of Science - webofknowledge.com Доступ предоставлен согласно лицензионному договору № WoS/280 от 01 апреля 2017г. подписанный Министерством образования и науки предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса Договор действует с момента подписания по 30.03.2017г. (*доступ будет продлен*)
16. «Pro Quest Dissertation Theses Global» (PQDT Global). - база данных зарубежных –диссертации. Доступ продлен согласно лицензионному договору № ProQuest/73 от 01 апреля 2017 года <http://search.proquest.com/>. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
17. Sage - мультидисциплинарная полнотекстовая база данных. Доступ продлен на основании лицензионного договора № Sage/73 от 09.01.2017 <http://online.sagepub.com/> Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
18. American Chemical Society. Доступ продлен на основании лицензионного договора № ACS/73 от 09.01.2017 г. pubs.acs.org Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*)
19. Science (академическому журналу The American Association for the Advancement of Science (AAAS) <http://www.sciencemag.org/>. Доступ продлен на основании лицензионного договора № 01.08.2017г. Договор действует с момента подписания по 31.12.2017г. (*доступ будет продлен*).