



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

(подпись)

Голик С.С.

(Ф.И.О.)

« 21 » 01 2022 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента

(подпись)

Короченцев В.В.

(Ф.И.О.)

« 21 » 01 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия

Направление подготовки 03.03.02 Физика

Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)

Форма подготовки очная

курс 3 семестр 6

лекции 36 час.

практические занятия не предусмотрено

лабораторные работы 36 час

в том числе с использованием МАО лек. - / пр. - / лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 72 час.

в том числе с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 18 час.

в том числе на подготовку к экзамену 54 час.

контрольные работы (количество) не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрен

зачет не предусмотрен

экзамен 6 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07 августа 2020 г. №891.

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента общей и экспериментальной физики

_____ протокол № 1 от «11» 10 2021 г.

Директор департамента к.х.н., доцент, Короченцев В.В.

Составитель (ли): к.ф.-м.н. доцент Голик С.С.

Владивосток

2022

Оборотная сторона титульного листа РПД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

IV. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры/департамента:

Протокол от « ____ » _____ 20__ г. № ____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: получение основополагающих представлений о процессах взаимодействия лазерного излучения с веществом, различных подходов к описанию этих процессов, формирование систематизированных теоретических знаний и практических навыков в области лазерной спектроскопии, необходимых для специалистов в области лазерной физики.

Задачи:

- изучение физических процессов взаимодействия лазерного излучения с веществом;
- формирование навыков применения теоретических знаний для решения физических и технических задач в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии.
- изучение экспериментальных методов лазерной спектроскопии;

Для успешного изучения дисциплины «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических

	избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии
--	--	---

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1. Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии, математический аппарат для описания явлений и процессов взаимодействия
	Умеет применять теоретические знания к решению практических и научных задач, сформулировать и решить задачу из области физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, определять и оценивать параметры и характеристики лазерного излучения и регистрируемых спектральных данных
	Владеет методами интерпретации измеряемой информации относительно определяемых параметров исследуемых сред методами лазерной спектроскопии

2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётные единицы 144 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лаб	Лабораторные работы
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося					Формы промежуточной аттестации
			Лек	Пр	Лаб	СР	Контроль	
1	Раздел I. Свойства лазерного излучения, взаимодействие лазерного излучения с веществом.	8	18	-	18-	18	54	ПР-15
2	Раздел II. Лазерная спектроскопия		18		18			
	Итого:		36	-	36	18	54	

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (36 час.)

Раздел 1. Свойства лазерного излучения, взаимодействие лазерного излучения с веществом (18 час)

Тема 1. Свойства лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с прозрачными средами (4 час)

Лазерное излучение. Вещество. Свойства лазерного излучения. Взаимодействие на атомном уровне. Взаимодействие лазерного излучения с прозрачными и не прозрачными средами.

Тема 2. Уравнения Максвелла (4 час)

Решение уравнений Максвелла для непоглощающего диэлектрика. Свойства электромагнитной волны. Энергия электромагнитной волны. Давление света. Закон Снеллиуса.

Тема 3. Поглощение излучения металлами и полупроводниками (4 час)

Распространение электромагнитных волн в проводящих средах. Основные уравнения оптики металлов. Скин-эффект и его свойства.

Тема 4. Поглощение света и передача энергии в полупроводниках (4 час)

Оптические процессы в поглощающих полупроводниках. Особенности собственного поглощения, кинетика фотовозбуждения полупроводников лазерным излучением.

Тема 5. Поверхностные электромагнитные волны (ПЭВ) оптического диапазона (2 час)

Основные свойства ПЭВ, структура и распределение полей, условия существования, дисперсионное соотношение. Поверхностные плазмон-поляритоны на границе металла с диэлектриком. Методы возбуждения ПЭВ.

Раздел 2. Лазерная спектроскопия. (18 час)

Тема 6. Лазерный пробой (6 час)

Пробой газов под действием лазерного излучения. Открытие оптического пробоя. Порог пробоя. Многофотонная ионизация. Лавинная ударная ионизация. Зависимость порога пробоя от давления. Зависимость порога пробоя от длительности лазерного импульса. Оптический пробой на поверхности твердых тел и жидких сред. Характеристики поверхностного и объемного пробоя. Взрывное вскипание жидких сред. Применение оптического пробоя. Лазерная спектроскопия, диагностика плазмы. Лазерная обработка материалов, лазерный пробой в офтальмологии.

Тема 7. Спонтанное и вынужденное рассеяние света, лазерная флуоресценция (6 час)

Комбинационное, релеевское, рассеяние Мандельштама-Бриллюена. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Понятие стоксовой и антистоксовой части спектра комбинационного рассеяния. Приборы для регистрации спектров комбинационного рассеяния. Вынужденное рассеяние, связь стоксовой и антистоксовой волн. Обращение волнового фронта при рассеянии. Лазерно-индуцированная флуоресценция. Кинетика флуоресценции. Стоксов сдвиг. Правило зеркальной симметрии. Приборы для регистрации спектров флуоресценции.

Тема 8. Взаимодействие интенсивного лазерного излучения с веществом. Переход от линейной оптики и спектроскопии к нелинейной (6 час)

Открытие и начальный этап исследования генерации суперконтинуума, фазовая самомодуляция и элементарная теория спектрального уширения сверхкоротких лазерных импульсов, самофокусировка и филаментация лазерного излучения. Филаментная спектроскопия. Генерация второй гармоники. Интенсивность излучения второй гармоники. Нелинейные материалы.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Лабораторные работы (36 час.)

Лабораторная работа 1. Спектроскопия комбинационного рассеяния воды (9 час.)

В данной работе студенты осваивают работу со спектрометром комбинационного рассеяния. Проводят измерения спектров комбинационного рассеяния воды, определяют частоты собственных колебаний молекул воды.

Лабораторная работа 2. Лазерная индуцированная флуоресценция. (9 час.)

В данной работе студенты измеряют спектры лазерной индуцированной флуоресценции морской воды и водных растворов, содержащих растворенное органическое вещество и хлорофилл-А. Определяют кинетику люминесценции регистрируемых линий.

Лабораторная работа 3. Определение порога оптического пробоя воздуха (9 час.)

В данной работе студенты осваивают работу с оптическими и оптико-механическими деталями, учатся планировать физический эксперимент, создают схему оптического деления лазерного луча для плавной регулировки импульсной мощности, измеряют параметры лазерного излучения, определяют порог оптического пробоя воздуха для основной и второй гармоники Nd:YAG лазера.

Лабораторная работа 4. Лазерная искровая спектроскопия. Измерение спектров оптического пробоя на поверхности конденсированных сред. (9 час.)

В данной работе студенты измеряют спектры лазерной искровой спектроскопии алюминиевого сплава и делают выводы о возможностях регистрации атомарных и ионных эмиссионных линий.

Задания для самостоятельной работы (12 час.)

Требования: После каждой лабораторной работы обучающемуся необходимо обработать полученные результаты, построить графики зависимостей измеряемых величин, рассчитать требуемые величины и построить рассчитанные графики, объяснить их поведение и сделать правильные выводы.

Домашние задания к практическим работам

Необходимо изучить учебно-методические пособия для соответствующей лабораторной работы, разобрать и запомнить теорию, сделать обработку результатов работ, необходимые вычисления и подготовить отчет.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-4 недели семестра	Домашняя работа 1	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)

2	5-6 недели семестра	Домашняя работа 2	3 час	ПР-15 (рабочая тетрадь)
3	7-8 недели семестра	Домашняя работа 3	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
4	9-10 недели семестра	Домашняя работа 4	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
5	11-12 недели семестра	Домашняя работа 5	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
6	13-14 недели семестра	Домашняя работа 6	3 час.	ПР-15 (рабочая тетрадь)
7	15-18 недели семестра	Подготовка к экзамену	54 час.	Экзамен
Итого:			72 час.	

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Планирование и организация времени, отведенного на выполнение заданий самостоятельной работы.

Изучив график выполнения самостоятельных работ, следует правильно её организовать. Рекомендуется изучить структуру каждого задания, обратить внимание на график выполнения работ, отчетность по каждому заданию предоставляется в последнюю неделю согласно графику. Обратить внимание, что итоги самостоятельной работы влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины.

Главное в период обучения своей специальности - это научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения.

Каждому студенту следует составлять еженедельный и семестровый планы работы, а также план на каждый рабочий день. С вечера всегда надо распределять работу на завтра. В конце каждого дня целесообразно подводить итог работы: тщательно проверить, все ли выполнено по намеченному плану, не было ли каких-либо отступлений, а если были, по какой причине это произошло. Нужно осуществлять самоконтроль, который является необходимым условием успешной учебы. Если что-то осталось невыполненным, необходимо изыскать время для завершения этой части

работы, не уменьшая объема недельного плана.

Работа с литературой.

При выполнении ряда заданий требуется работать с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ (<http://www.dvfu.ru/library/>) и других ведущих вузов страны, а также доступных для использования научно-библиотечных систем.

Работа с конспектом лекций

В конспекте лекций необходимо кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Нужно проверять термины, понятия с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации или практических работах.

Методические рекомендации по выполнению заданий для самостоятельной работы и критерии оценки.

Работа перед практическими занятиями

Перед практическим занятием (лабораторной работой) студент должен самостоятельно изучить методические указания по его выполнению, ознакомиться с содержанием работы, прочитать необходимую учебную литературу для понимания физических процессов, изучаемых в лабораторной работе. После успешного выполнения лабораторной работы студент самостоятельно пишет обрабатывает полученные данные и пишет отчет по практическому занятию. В методических указаниях по выполнению лабораторных работ после каждой лабораторной работы следуют контрольные вопросы. На них необходимо подготовить ответы. Кроме того, необходимо иметь базовые знания по изучаемой теме. Только после теоретической подготовки и написания отчета можно пробовать сдать отчет. Сдача отчета проводится во время практических занятий, когда студенты не работают за лабораторными установками.

Структура отчета по практическому занятию

Отчеты по лабораторным работам представляются в электронной форме, подготовленные как текстовые документы в редакторе MSWord.

Отчет по работе должен быть обобщающим документом, включать всю информацию по выполнению заданий, в том числе, построенные диаграммы, таблицы, приложения, список литературы и (или) расчеты, сопровождая

необходимыми пояснениями и иллюстрациями в виде схем, экранных форм («скриншотов») и т. д.

Структурно отчет по лабораторной работе, как текстовый документ, комплектуется по следующей схеме:

- ✓ *Титульный лист*– обязательная компонента отчета, первая страница отчета, по принятой для лабораторных работ форме (титульный лист отчета должен размещаться в общем файле, где представлен текст отчета);
- ✓ *Исходные данные к выполнению заданий*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержат указание варианта, темы и т.д.);
- ✓ *Основная часть*– материалы выполнения заданий, разбивается по рубрикам, соответствующих заданиям работы, с иерархической структурой: разделы – подразделы – пункты – подпункты и т. д.

Рекомендуется в основной части отчета заголовки рубрик (подрубрик) давать исходя из формулировок заданий, в форме отглагольных существительных;

- ✓ *Выводы*– обязательная компонента отчета, содержит обобщающие выводы по работе (какие задачи решены, оценка результатов, что освоено при выполнении работы);
- ✓ *Список литературы*– обязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит список источников, использованных при выполнении работы, включая электронные источники (список нумерованный, в соответствии с правилами описания библиографии);
- ✓ *Приложения*– необязательная компонента отчета, с новой страницы, содержит дополнительные материалы к основной части отчета.

Оформление отчета по лабораторной работе

Лабораторная работа относится к категории «*письменная работа*», оформляется по правилам оформления письменных работ студентами ДВФУ.

Необходимо обратить внимание на следующие аспекты в оформлении отчетов работ:

- набор текста;
- структурирование работы;
- оформление заголовков всех видов (рубрик-подрубрик-пунктов-подпунктов, рисунков, таблиц, приложений);

- оформление перечислений (списков с нумерацией или маркировкой);
- оформление таблиц;
- оформление иллюстраций (графики, рисунки, фотографии, схемы, «скриншоты»);
- набор и оформление математических выражений (формул);
- оформление списков литературы (библиографических описаний) и ссылок на источники, цитирования.

Набор текста

Набор текста осуществляется на компьютере, в соответствии со следующими требованиями:

- ✓ печать – на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (размер 210 на 297 мм.);
- ✓ интервал межстрочный – полуторный;
- ✓ шрифт – TimesNewRoman;
- ✓ размер шрифта - 14 пт., в том числе в заголовках (в таблицах допускается 10-12 пт.);
- ✓ выравнивание текста – «по ширине»;
- ✓ поля страницы -левое – 25-30 мм., правое – 10 мм., верхнее и нижнее – 20 мм.;
- ✓ нумерация страниц – в правом нижнем углу страницы (для страниц с книжной ориентацией), сквозная, от титульного листа до последней страницы, арабскими цифрами (первой страницей считается титульный лист, на котором номер не ставится, на следующей странице проставляется цифра «2» и т. д.).
- ✓ режим автоматического переноса слов, за исключением титульного листа и заголовков всех уровней (перенос слов для отдельного абзаца блокируется средствами MSWord с помощью команды «Формат» – абзац при выборе опции «запретить автоматический перенос слов»).

Если рисунок или таблица размещены на листе формата больше А4, их следует учитывать, как одну страницу. Номер страницы в этих случаях допускается не проставлять.

Список литературы и все приложения включаются в общую в сквозную нумерацию страниц работы.

Рекомендации по оформлению графического материала, полученного с экранов в виде «скриншотов»

Графические копии экрана («скриншоты»), отражающие графики, диаграммы моделей, схемы, экранные формы и т. п. должны отвечать требованиям визуальной наглядности представления иллюстративного материала, как по размерам графических объектов, так и разрешающей

способности отображения текстов, цветовому оформлению и другим важным пользовательским параметрам.

Рекомендуется в среде программного приложения настроить «экран» на параметры масштабирования и размещения снимаемых для иллюстрации объектов. При этом необходимо убрать «лишние» окна, команды, выделения объектов и т. п.

В перенесенных в отчет «скриншотах» рекомендуется «срезать» ненужные области, путем редактирования «изображений», а при необходимости отмасштабировать их для заполнения страницы отчета «по ширине».

«Скриншоты» в отчете оформляются как рисунки, с заголовками, помещаемыми ниже области рисунков, а в тексте должны быть ссылки на указанные рисунки.

Критерии оценки выполнения самостоятельной работы

Выполнение самостоятельных работ оценивается при сдаче и защите отчетов по лабораторным работам. Критерии оценки индикаторов выполнения самостоятельной работы по курсу приведены в разделе VIII.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/разделы / темы дисциплины	Код индикатора достижения компетенции	Результаты обучения	Оценочные средства – наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел I. Свойства лазерного излучения, взаимодействие лазерного излучения с веществом.	ПК-2.1. Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	<p>Знает методы экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии, математический аппарат для описания явлений и процессов взаимодействия</p> <p>Умеет применять теоретические знания к решению практических и научных задач, сформулировать и решить задачу из области физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, определять и оценивать параметры и характеристики лазерного излучения и регистрируемых спектральных</p>	ПР-15 (рабочая тетрадь)	Экзамен (вопросы 1-11)

			данных		
			Владеет методами интерпретации измеряемой информации относительно определяемых параметров исследуемых сред методами лазерной спектроскопии		
2	Раздел II. Лазерная спектроскопия	ПК-2.1. Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии, математический аппарат для описания явлений и процессов взаимодействия	ПР-15 (рабочая тетрадь)	Экзамен (вопросы 12-27)
			Умеет применять теоретические знания к решению практических и научных задач, сформулировать и решить задачу из области физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, определять и оценивать параметры и характеристики лазерного излучения и регистрируемых спектральных данных		
			Владеет методами интерпретации измеряемой информации относительно определяемых параметров исследуемых сред методами лазерной спектроскопии		

Типовые контрольные задания, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, а также качественные критерии оценивания, которые описывают уровень сформированности компетенций, представлены в разделе VIII.

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Либенсон, М. Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть I. Поглощение лазерного излучения в твердых

- телах : учебное пособие / М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; под редакцией В. П. Вейко. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 130 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65819.html>
2. Либенсон, М. Н. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика). Часть II. Лазерный нагрев и разрушение материалов: учебное пособие / М. Н. Либенсон, Е. Б. Яковлев, Г. Д. Шандыбина ; под редакцией В. П. Вейко. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2014. — 181 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65820.html>
 3. Поляков Д.С., Шандыбина Г.Д., Яковлев Е.Б. Методические рекомендации по выполнению практических заданий по курсу «Взаимодействие лазерного излучения с веществом» (Часть 1. Поглощение излучения в твердых телах). — СПб: Университет ИТМО, 2016. — 83 с.
 4. Гладуш, Г.Г. Физические основы лазерной обработки материалов : монография / Г.Г. Гладуш, И.Ю. Смуров. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. — 592 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105004>
 5. Киселев, Г.Л. Квантовая и оптическая электроника : учебное пособие / Г.Л. Киселев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 316 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91904> Бутиков, Е.И.
 6. Оптика : учебное пособие / Е.И. Бутиков. — 3-е изд., доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2764>

Дополнительная литература

1. Князьков, В. Б. Лазерная хирургия заболеваний глоточного лимфатического кольца / В. Б. Князьков, В. В. Гофман, В. Р. Гофман. — Москва : Техносфера, 2016. — 440 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/58858.html>
2. Шахно, Е. А. Лазерные микро- и нанотехнологии : учебно-методическое пособие по практическим работам для студентов / Е. А. Шахно, А. А. Самохвалов. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 45 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67248.html>
3. Пинахин, И. А. Основы объемного импульсного лазерного упрочнения инструментальных и конструкционных материалов : монография / И. А. Пинахин, В. А. Черниговский. — Ставрополь : Северо-Кавказский

- федеральный университет, 2014. — 160 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63115.html>
4. Лазерная очистка в машиностроении и приборостроении : учебное пособие / В. П. Вейко, В. Н. Смирнов, А. М. Чирков, Е. А. Шахно. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. — 103 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71489.html>
 5. Ковалев, О.Б. Физические основы лазерной резки толстых листовых материалов : монография / О.Б. Ковалев, В.М. Фомин. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2013. — 253 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/48306>
 6. Привалов, В.Е. Лазеры и экологический мониторинг атмосферы : учебное пособие / В.Е. Привалов, А.Э. Фотиади, В.Г. Шеманин. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 288 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5851>
 7. Шахно, Е. А. Физические основы применения лазеров в медицине / Е. А. Шахно. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2012. — 129 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65350.html>
 8. Шанин, О. И. Адаптивные оптические системы в импульсных мощных лазерных установках / О. И. Шанин. — Москва : Техносфера, 2012. — 200 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16971.html>
 9. Взаимодействие лазерного излучения с веществом (силовая оптика) : учебное пособие / В.П. Вейко, М.Н. Либенсон, Г.Г. Червяков, Е.Б. Яковлев ; под редакцией В.И. Конова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 312 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59505>
 10. П.Г.Крюков «Фемтосекундные импульсы», М., Физматлит, 2008.
 11. Воронин В. Г., Наний О. Е. Основы нелинейной волоконной оптики.// М.: «Университетская книга», 2011. - 128 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Журнал «Квантовая электроника» <https://www.quantum-electron.ru>
2. Лазерный портал <http://www.laser-portal.ru/>

3. Проект о современной фундаментальной науке «ПостНаука»
<http://postnauka.ru>

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются программы, позволяющие строить графики по массивам данных и выполнять простейший математический анализ данных (первые производные, сглаживание, линейный фитинг).

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. База данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>
2. База данных Web of Science <http://apps.webofknowledge.com/>
3. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Планирование и организация времени, отведенного на изучение дисциплины. Приступить к освоению дисциплины следует незамедлительно в самом начале учебного семестра. Рекомендуется изучить структуру и основные положения Рабочей программы дисциплины. Обратите внимание, что кроме аудиторной работы (лекции, лабораторные занятия) планируется самостоятельная работа, итоги которой влияют на окончательную оценку по итогам освоения учебной дисциплины. Все задания (аудиторные и самостоятельные) необходимо выполнять и предоставлять на оценку в соответствии с графиком.

В процессе изучения материалов учебного курса предлагаются следующие формы работ: чтение лекций, лабораторные занятия, задания для самостоятельной работы.

Лекционные занятия ориентированы на освещение вводных тем в каждый раздел курса и призваны ориентировать студентов в предлагаемом материале, заложить научные и методологические основы для дальнейшей самостоятельной работы студентов. Успешное освоение дисциплины предполагает активное участие студентов на всех этапах ее освоения. Изучение дисциплины следует начинать с проработки содержания рабочей

программы и методических указаний. При изучении и проработке теоретического материала студентам необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- перед очередной лекцией просмотреть конспект предыдущего занятия;
- при самостоятельном изучении темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПУД литературные источники.

В случае, если возникли затруднения, обратиться к преподавателю в часы консультаций или на практическом занятии.

Практические занятия акцентированы на наиболее принципиальных и проблемных вопросах курса и призваны стимулировать выработку практических умений. Основной целью проведения практических занятий является систематизация и закрепление знаний по изучаемой теме, формирование умений самостоятельно работать с дополнительными источниками информации, аргументировано высказывать и отстаивать свою точку зрения.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

- повторить теоретический материал по заданной теме;
- продумать формулировки вопросов, выносимых на обсуждение;
- использовать не только конспект лекций, но и дополнительные источники литературы, рекомендованные преподавателем.

Особо значимой для профессиональной подготовки студентов является *самостоятельная работа* по курсу. В ходе этой работы студенты отбирают необходимый материал по изучаемому вопросу и анализируют его. Студентам необходимо ознакомиться с основными источниками, без которых невозможно полноценное понимание проблематики курса.

Освоение курса способствует развитию навыков обоснованных и самостоятельных оценок фактов и концепций. Поэтому во всех формах контроля знаний, особенно при сдаче экзамена, внимание обращается на понимание проблематики курса, на умение практически применять знания и делать выводы.

Работа с литературой. Рекомендуется использовать различные возможности работы с литературой: фонды научной библиотеки ДВФУ и электронные библиотеки (<http://www.dvfu.ru/library/>), а также доступные для использования другие научно-библиотечные системы.

Подготовка к экзамену. К сдаче экзамена допускаются обучающиеся, выполнившие все домашние задания, предусмотренные учебной программой дисциплины, посетившие не менее 85% аудиторных занятий.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 441. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 15) Оборудование: ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA – 1 шт. Доска аудиторная.	Специализированное ПО не требуется
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус L, ауд. L 478. Лаборатория аналитической лазерной спектроскопии ДВФУ	Лазерно-искровой спектрометр, спектрометр комбинационного рассеяния, наборы оптики и опто-механики	ПО, позволяющее выполнять лабораторные работы на лабораторных установках, MS EXCEL – программное обеспечение для построения графиков, Gwyddion – свободно распространяемое программное обеспечение для обработки графических изображений
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корп. А (Лит. П), Этаж 10, каб. А1017. Аудитория для самостоятельной работы	Оборудование: Моноблок Lenovo C360G-i34164G500UDK – 15 шт. Интегрированный сенсорный дисплей Polymedia FlipBox - 1 шт. Копир-принтер-цветной сканер в e-mail с 4 лотками Xerox WorkCentre 5330 (WC5330C – 1 шт.)	Специализированное ПО не требуется

Для проведения учебных занятий по дисциплине, а также для организации самостоятельной работы студентам доступны лабораторное оборудование и специализированные кабинеты, соответствующие действующим санитарным и противопожарным нормам, а также требованиям техники безопасности при проведении учебных и научно-производственных

работ.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»

(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия»

Направление подготовки 03.03.02 Физика
Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)
Форма подготовки очная

Владивосток

2022

Для дисциплины «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» используются следующие оценочные средства:

Устный опрос:

1. Домашняя работа (ПР-15) защита отчета

Письменные работы

2. Домашняя работа (ПР-15) написание отчета

Устный опрос

Устный опрос позволяет оценить знания и кругозор студента, понимание материала, самостоятельность выполнения домашних задач, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки.

Обучающая функция состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к экзамену.

Письменные работы

Письменный ответ приучает к точности, лаконичности, связности изложения мысли. Письменная проверка используется во всех видах контроля и осуществляется как в аудиторной, так и во внеаудиторной работе.

Лабораторные работы позволяют студентам непосредственно ознакомиться с научным экспериментальным оборудованием, научиться получать экспериментальные результаты, обрабатывать их, анализировать результаты и делать выводы.

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Форма отчётности по дисциплине – экзамен (6-й, весенний семестр). Форма экзамена – два письменных вопроса, на которые студенту дается 40 мин, затем 2 произвольных устных вопроса. Допуск к экзамену возможен только после сдачи всех отчетов по домашним работам.

Методические указания по сдаче экзамена

Экзамен принимается ведущим преподавателем. При большом количестве групп у одного преподавателя или при большой численности

потока по распоряжению заведующего кафедрой (заместителя директора по учебной и воспитательной работе) допускается привлечение в помощь ведущему преподавателю других преподавателей. В первую очередь привлекаются преподаватели, которые проводили лабораторные занятия по дисциплине в группах.

В исключительных случаях, по согласованию с заместителем директора Школы по учебной и воспитательной работе, заведующий кафедрой имеет право принять экзамен в отсутствие ведущего преподавателя.

Форма проведения экзамена (устная, письменная и др.) утверждается на заседании кафедры по согласованию с руководителем в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Во время проведения экзамена студенты могут пользоваться рабочей программой дисциплины, а также с разрешения преподавателя, проводящего зачет, справочной литературой и другими пособиями (учебниками, учебными пособиями, рекомендованной литературой и т.п.).

Время, предоставляемое студенту на подготовку к ответу на зачете, должно составлять не более 40 минут. По истечении данного времени студент должен быть готов к ответу.

Присутствие на зачете посторонних лиц (кроме лиц, осуществляющих проверку) без разрешения соответствующих лиц (ректора либо проректора по учебной и воспитательной работе, директора Школы, руководителя ОПОП или заведующего кафедрой), не допускается. Инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, не имеющие возможности самостоятельного передвижения, допускаются зачет с сопровождающими.

При промежуточной аттестации обучающимся устанавливается оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При неявке студента на экзамен в ведомости делается запись «не явился».

Вопросы к экзамену

1. Свойства лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с прозрачными средами.
2. Взаимодействие излучения с непрозрачными средами.
3. Решение уравнений Максвелла для непоглощающего диэлектрика.
4. Свойства электромагнитной волны. Энергия электромагнитной волны.
5. Давление света. Закон Снеллиуса.

6. Распространение электромагнитных волн в проводящих средах. Основные уравнения оптики металлов.
7. Скин-эффект и его свойства.
8. Оптические процессы в поглощающих полупроводниках. Кинетика фотовозбуждения полупроводников лазерным излучением.
9. Основные свойства ПЭВ, структура и распределение полей, условия существования, дисперсионное соотношение.
10. Поверхностные плазмон-поляритоны на границе металла с диэлектриком.
11. Методы возбуждения ПЭВ.
12. Пробой газов под действием лазерного излучения. Открытие оптического пробоя. Порог пробоя. Многофотонная ионизация. Лавинная ударная ионизация.
13. Зависимость порога лазерного пробоя от давления. Зависимость порога пробоя от длительности лазерного импульса.
14. Оптический пробой на поверхности твердых тел и жидких сред. Характеристики поверхностного и объемного пробоя. Взрывное вскипание жидких сред.
15. Применение оптического пробоя. Лазерная спектроскопия, диагностика плазмы.
16. Лазерная обработка материалов, лазерный пробой в офтальмологии.
17. Спонтанное рассеяние света. Комбинационное, релеевское, рассеяние Мандельштама-Бриллюена.
18. Спектроскопия комбинационного рассеяния света. Понятие стоксовой и антистоксовой части спектра комбинационного рассеяния.
19. Приборы для регистрации спектров комбинационного рассеяния.
20. Вынужденное комбинационное рассеяние света.
21. Лазерно-индуцированная флуоресценция. Кинетика флуоресценции. Стоксов сдвиг. Правило зеркальной симметрии.
22. Приборы для регистрации спектров флуоресценции.
23. Открытие и начальный этап исследования генерации суперконтинуума, фазовая самомодуляция и элементарная теория спектрального уширения сверхкоротких лазерных импульсов.
24. Самофокусировка и филаментация лазерного излучения.
25. Генерация второй гармоники.
26. Интенсивность излучения второй гармоники.
27. Нелинейные материалы.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене по дисциплине «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия»:

Баллы (рейтинговой оценки)	Оценка экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
86 -100	отлично	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он полно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
76 - 85	хорошо	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
61 -75	удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при решении задач.
0 -60	неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного «не материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет решение задач. Как правило, оценка «неудовлетворительно» «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Оценочные средства для текущей аттестации

Текущая аттестация студентов по дисциплине проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация проводится в форме контрольных мероприятий (защиты отчетов по лабораторным работам) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;

– уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;

– посещение занятий

– результаты самостоятельной работы.

Составляется календарный план контрольных мероприятий по дисциплине. Оценка посещаемости, своевременность выполнения различных видов заданий ведётся на основе журнала, который ведёт преподаватель в течение учебного семестра.

Устный опрос в сочетании с проверкой отчета по лабораторной работе

Оценивание защиты домашней работы проводится при представлении отчета в электронном или печатном виде, по двухбалльной шкале: «зачтено», «не зачтено».

Критерии оценивания отчета по лабораторной работе

Оценка	Требования
«зачтено»	Студент присутствовал на лабораторной работе, самостоятельно получил необходимые экспериментальные результаты, оформил отчет в соответствии с требованиями, правильно построил графические зависимости физических величин, сделал правильные выводы, объяснил ход закономерностей, продемонстрировал глубокое знание теории изучаемых явлений, правильно ответил на контрольные вопросы
«не зачтено»	Студент не предоставил отчет, либо отчет не соответствует установленным требованиям по оформлению или содержанию, не содержит выводов. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но использовал чужие данные. Студент предоставил правильно оформленный отчет, но не может ответить на контрольные вопросы.

Аннотация рабочей программы дисциплины

«Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия»

Рабочая программа учебной дисциплины «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» разработана для студентов 3 курса очной формы обучения направления подготовки для студентов направления подготовки 03.03.02 «Физика», профиль «Фундаментальная и прикладная физика (совместно с НИУ ВШЭ, г. Москва)» в соответствии с требованиями федерального государственного стандарта высшего образования.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 з.е. (72 час.). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 час.), лабораторные работы (36 час.), самостоятельная работа студента (72 час.). Дисциплина «Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» входит в вариативную часть образовательной программы, дисциплины по выбору, реализуется на 3 курсе в 6 семестре.

Цель курса: Цель: получение основополагающих представлений о процессах взаимодействия лазерного излучения с веществом, различных подходов к описанию этих процессов, формирование систематизированных теоретических знаний и практических навыков в области лазерной спектроскопии, необходимых для специалистов в области лазерной физики.

Задачи:

1. - изучение физических процессов взаимодействия лазерного излучения с веществом;
2. - формирование навыков применения теоретических знаний для решения физических и технических задач в области взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии.
3. изучение экспериментальных методов лазерной спектроскопии;

Для успешного изучения дисциплины «Взаимодействие лазерного

излучения с веществом. Лазерная спектроскопия» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие профессиональные компетенции:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Научно-исследовательский	ПК-2 Способен применять методы научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта	ПК-2.1 Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1. Применяет методы научных экспериментальных и теоретических физических исследований, современную приборную базу и информационные технологии	Знает методы экспериментальных и теоретических исследований взаимодействия лазерного излучения с веществом и лазерной спектроскопии, математический аппарат для описания явлений и процессов взаимодействия
	Умеет применять теоретические знания к решению практических и научных задач, сформулировать и решить задачу из области физики взаимодействия лазерного излучения с веществом, определять и оценивать параметры и характеристики лазерного излучения и регистрируемых спектральных данных
	Владеет методами интерпретации измеряемой информации относительно определяемых параметров исследуемых сред методами лазерной спектроскопии