

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

М.М. Лаврентьев

«18» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Лазерная спектроскопия

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр: 2

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, час.	32
2	Практические занятия, час.	32
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	64
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	64
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	64
8	консультаций, час.	
9	Самостоятельная работа, час.	150
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	70
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	ДЗ 2
12	Всего зачетных единиц ¹	6

Новосибирск 2022

¹ С учетом выделенных часов на промежуточную аттестацию

Рабочая программа дисциплины составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) высшего образования - магистратура по направлению подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) высшего образования по направлению подготовки магистратуры 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА введен в действие приказом Минобрнауки 19.09.2017 № 918.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1 Дисциплины (модули), часть, формируемая участниками образовательных отношений; дисциплина по выбору.

Рабочая программа дисциплины утверждена решением Ученого совета факультета информационных технологий от 28.03.2022, протокол № 84.

Программу разработали:

доцент КвЭл ФФ НГУ ФФ НГУ
кандидат физико-математических наук



И.И.Бетеров

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук



М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:

доцент КвЭл ФФ НГУ ФФ НГУ
кандидат физико-математических наук



И.И.Бетеров

Аннотация к рабочей программе дисциплины «Лазерная спектроскопия»

Дисциплина «Лазерная спектроскопия» реализуется в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, направленность (профиль): КВАНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И КРИПТОГРАФИЯ по очной форме обучения на английском языке.

Место в образовательной программе: Дисциплина «Лазерная спектроскопия» реализуется во 2 семестре в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 дисциплин (модулей) и является дисциплиной по выбору

Дисциплина «Лазерная спектроскопия» является базовой для выполнения работы в рамках практики и выполнением выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Лазерная спектроскопия» направлена на формирование компетенций:

Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера (ПКС-1), в части следующих индикаторов достижения компетенции:

ПКС-1.1. Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности

ПКС-1.2. Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности

ПКС-1.3 Применяет на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности

Перечень основных разделов дисциплины:

Введение в лазерную спектроскопию
Теория элементарных радиационных процессов
Спектроскопия поглощения
Нелинейная лазерная спектроскопия
Когерентная лазерная спектроскопия
Спектроскопия с временным разрешением
Приложения лазерной спектроскопии

При освоении дисциплины студенты выполняют следующие виды учебной работы: лекции, практические занятия, самостоятельная работа. В учебном процессе предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий.

Самостоятельная работа включает: подготовку к практическим занятиям по разделам дисциплины, выполнение заданий, подготовку к дифференцированному зачету.

Общий объем дисциплины – 6 зачетных единицы (216 часов).

Правила аттестации по дисциплине. Текущий контроль по дисциплине «Лазерная спектроскопия» осуществляется на практических занятиях на основании оценки за портфолио (задания по темам практических занятий). По результатам защиты портфолио выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лазерная спектроскопия» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине включает 2 этапа:

- 1) портфолио (задания по темам практических занятий);
- 2) дифференцированный зачет.

Оценка «зачтено» за портфолио является необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации. Результаты промежуточной (итоговой по дисциплине) аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

Учебно-методические материалы по дисциплине выкладываются на электронный ресурс, создаваемый для каждого нового набора

1. Внешние требования к дисциплине

Таблица 1.1

Компетенция ПКС-1 Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера, в части следующих индикаторов достижения компетенции:	
ПКС-1.1	Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности
ПКС-1.2	Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности
ПКС-1.3	Применяет на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности

2. Требования к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	Формы организации занятий		
	Лекции	Практики / семинары	Самостояте льная работа
ПКС-1.1. Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности			
1. Знать методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области лазерной спектроскопии, основные возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований в данной области	+	+	+
ПКС-1.2. Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности			
2. Уметь самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области лазерной спектроскопии с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий	+	+	+
ПКС-1.3. Применяет на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности			
3. Владеть навыками постановки и решения задач научных исследований в области лазерной спектроскопии с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований	+	+	+

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения
Семестр: 2			
Введение в лазерную спектроскопию	4	4	1, 2, 3
Теория элементарных радиационных процессов	4	4	1, 2, 3
Спектроскопия поглощения	4	4	1, 2, 3
Нелинейная лазерная спектроскопия	4	4	1, 2, 3
Когерентная лазерная спектроскопия	8	8	1, 2, 3
Спектроскопия с временным разрешением	4	4	1, 2, 3
Приложения лазерной спектроскопии	4	4	1, 2, 3
Итого:	32	32	

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 2				
1. Введение в лазерную спектроскопию 1.1. Новые возможности в лазерной спектроскопии. 1.2 Нобелевские премии в лазерной спектроскопии. 1.3 Уширение оптических спектральных линий в газе. 1.4 Методы оптической спектроскопии без доплеровского уширения. 1.5 Лазерная спектроскопия насыщения.	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
2. Теория элементарных радиационных процессов (2 часа) 2.1. Спектр теплового излучения. Теория излучения Эйнштейна. Соотношения между коэффициентами Эйнштейна.	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>2.2. Полуклассическое описание взаимодействия излучения с веществом. Возбуждение широкополосным излучением. Классическая модель излучателя. Поглощение и дисперсия. Лоренцевский контур. Сила осциллятора.</p> <p>2.3. Резонансное взаимодействие светового поля с двухуровневыми атомами. Дипольное приближение. Приближение слабого поля. Решение задачи Раби.</p>				
<p>3. Спектроскопия поглощения</p> <p>3.1. Оптические уравнения Блоха. Релаксационные процессы. Стационарный режим. Насыщение перехода. Полевое уширение. Взаимодействие с сильным полем. Уравнения Лиувилля. Взаимодействие с резервуаром. Усреднение по ансамблю.</p> <p>3.2. Спектроскопия поглощения. Поглощение неподвижными атомами. Стационарное решение. Поглощение в среде. Линейное и нелинейное поглощение. Экспериментальные методы спектроскопии поглощения. Спектроскопия времени затухания резонатора. Спектроскопия возбуждения. Оптоакустическая спектроскопия. Оптотермическая спектроскопия. Ионизационная спектроскопия. Оптогальваническая спектроскопия.</p> <p>3.3. Уширение спектральных линий. Эффект Доплера. Контур Фойгта. Поглощение газом движущихся атомов. Столкновительное уширение.</p>	8	8	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>Пролетное уширение. Кривизна волнового фронта. Однородное и неоднородное уширение. 3.4. Лазерная спектроскопия в молекулярных пучках. Уменьшение доплеровской ширины. Адиабатическое охлаждение в сверхзвуковых пучках. Лазерная спектроскопия в быстрых ионных пучках. Лазерная спектроскопия в молекулярных пучках и масс-спектроскопия. 3.5. Оптическая накачка и двойной резонанс. Ориентация и выстраивание. Лазерный магнитный резонанс. Двойной оптический резонанс. Оптический радиочастотный резонанс. Оптический микроволновый резонанс.</p>				
<p>4. Нелинейная лазерная спектроскопия 4.1. Спектроскопия насыщения. Эффекты насыщения. Перекрестные резонансы. Нелинейные резонансы в спектроскопии. Ширина нелинейных резонансов. Экспериментальные исследования резонансов в пролетной области. Лазерные спектрометры для спектроскопии сверхвысокого разрешения. 4.2. Профиль резонанса в поляризационной спектроскопии. Чувствительность поляризационной спектроскопии. Достоинства поляризационной спектроскопии. Многофотонная спектроскопия. Профили линии двухфотонных переходов. Бездоплеровское многофотонное поглощение. Многофотонная ионизационная спектроскопия.</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>4.3. Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния света (КАРС). Гиперкомбинационное рассеяние. Экспериментальные методы и приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.</p>				
<p>5. Когерентная лазерная спектроскопия 5.1. Спектроскопия пересечения уровней. Спектроскопия квантовых биений. Возбуждение и детектирование волновых пакетов в атомах и молекулах. Фотонное эхо. Оптические нутации. 5.2. Когерентное пленение населенностей. Темные состояния. Электромагнитно индуцированная прозрачность. Медленный свет. Стимулированное рамановское адиабатическое прохождение. 5.3. Метод разнесенных полей в микроволновом диапазоне. Двухфотонные резонансы. Резонансы в двухуровневой системе.</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>6. Спектроскопия с временным разрешением 6.1. Генерация сверхкоротких лазерных импульсов. Измерение времен жизни с использованием лазеров. Пикосекундная, фемтосекундная, аттосекундная спектроскопия.</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>7. Приложения лазерной спектроскопии 7.1. Изучение новейших достижений лазерной спектроскопии.</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

Спектроскопия одиночных ионов. Мазер на одном атоме. Оптические стандарты. Спектроскопия ридберговских состояний. Дипольная блокада. Квантовая информатика. 7.2. Приложения лазерной спектроскопии. Наблюдение эффектов теории относительности. Наблюдение эффектов гравитации и космологии. Лазерная фотохимия. Лазерная спектроскопия в биологии и медицине.				
Итого:	32	32		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 2				
1	Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях	1, 2, 3	50	
	Изучение предлагаемых теоретических разделов в соответствии с настоящей Программой. Учебно-методические материалы по дисциплине выложены на странице курса в сети Интернет			
2	Подготовка к практическим занятиям, к текущему контролю знаний	1, 2, 3	70	
	Выполнение заданий			
3	Подготовка к дифференцированному зачету	1, 2, 3	30	
	Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций			
	Итого		150	

5. Образовательные технологии

В ходе реализации учебного процесса по дисциплине проводятся лекционные и практические занятия. Темы, рассматриваемые на лекциях и изучаемые самостоятельно, закрепляются на практических занятиях, по вопросам, вызывающим затруднения, проводятся консультации на практических занятиях. Применяются такие формы проведения практических занятий, как обсуждение и защита результатов работы, а также используются следующие интерактивные формы обучения (таблица 5.1).

Таблица 5.1

Технологии проблемного обучения	ПКС-1
Формируемые умения: уметь обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	

Краткое описание применения: Постановка под руководством преподавателя проблемных задач и активная самостоятельная деятельность обучающихся по их разрешению, сопровождающаяся обсуждением результатов.	
Портфолио	ПКС-1
Формируемые умения: обосновывать выбор современных информационно-коммуникационных и интеллектуальных технологий, разрабатывать оригинальные программные средства для решения профессиональных задач	
Краткое описание применения: студенты ведут портфолио (коллекцию работ), которое является основой для проведения аттестации по дисциплине.	

Для организации и контроля самостоятельной работы студентов, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (таблица 5.2).

Таблица 5.2

Информирование	Адрес преподавателя сообщается магистрантам на первом занятии
Консультирование	Адрес преподавателя сообщается магистрантам на первом занятии
Контроль	Адрес преподавателя сообщается магистрантам на первом занятии
Размещение учебных материалов	Рассылка материалов на университетские адреса студентов

6. Правила аттестации студентов по учебной дисциплине

По дисциплине «Лазерная спектроскопия» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

Текущая аттестация по дисциплине «Лазерная спектроскопия» осуществляется на практических занятиях и представлена защитой заданий на практических занятиях. В ходе обучения каждый студент должен выполнить задания. По результатам текущей аттестации выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено». Оценка «зачтено» по результатам защиты заданий является одним из условий успешного прохождения промежуточной аттестации.

Для получения оценки «зачтено» каждое задание должно быть выполнено и защищено в полном соответствии с предъявляемыми требованиями.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лазерная спектроскопия» проводится по завершению периода ее освоения (семестра). Промежуточная аттестация по дисциплине включает 2 этапа:

- 1) портфолио (задания по темам практических занятий);
- 2) дифференцированный зачет.

Оценка «зачтено» за портфолио является необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации. Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки

«отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

В таблице 6.1 представлено соответствие форм аттестации заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.1

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы аттестации	
		1 этап - портфолио	2 этап – дифференцированный зачет
ПКС-1	ПКС-1.1. Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности	+	+
	ПКС-1.2. Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	+	+
	ПКС-1.3 Применяет на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	+	+

Требования к структуре и содержанию портфолио, оценочные средства, а также критерии оценки сформированности компетенций и освоения дисциплины в целом, представлены в Фонде оценочных средств, являющемся приложением 1 к настоящей рабочей программе дисциплины.

7. Перечень учебной литературы

1. Салех, Бахаа Е. А. Оптика и фотоника. Принципы и применения: [учебное пособие: в 2 т.] / Б. Салех, М. Тейх ; пер. с англ. В.Л. Дербова Долгопрудный : Интеллект, 2012 25 см. Пер. изд.: *Fundamentals of Photonics* / Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich. - 2nd ed. – John Wiley & Sons, 2012 Салех, Бахаа Е. А. Тейх, Малвин Карл Дербов, В. Л. Ред. (3 экз.)
2. Летохов В.С., Чеботаев В.П. Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990 (2 экз.)

8. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

При освоении дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС

Таблица 8.1

№ п/п	Наименование Интернет-ресурса	Краткое описание
1	http://oeis.org/	Онлайн-энциклопедия целочисленных последовательностей
2	http://www.jflap.org/	Среда для моделирования работы конечных автоматов JFLAP

9. Учебно-методическое и программное обеспечение дисциплины

9.1. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов включает в себя следующие учебно-методические материалы:

1. Рабочая программа дисциплины, соответствующие разделы.
2. Учебники, учебные пособия и дополнительные материалы, указанные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы
3. Перечень ресурсов информационно-коммуникационной сети «Интернет», указанные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы.
4. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины, обеспечивающие самостоятельную работу студента при подготовке к учебным занятиям, выполнении домашних работ, подготовке к контрольным мероприятиям и аттестациям, приведенные в соответствующих разделах настоящей рабочей программы и приложения к ней.

9.2. Программное обеспечение

Для обеспечения реализации дисциплины используется стандартный комплект программного обеспечения (ПО), включающий регулярно обновляемое лицензионное ПО Windows и MS Office.

Перечень специализированного программного обеспечения для изучения дисциплины представлен в таблице 9.1.

Специализированное программное обеспечение

Таблица 9.1

№	Наименование ПО	Назначение
1	Microsoft Visual Studio 2013	Среда разработки приложений

10. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Полнотекстовые электронные ресурсы Freedom Collection издательства Elsevier (Нидерланды) (2 предметные коллекции – Computer Science, Mathematics)
2. БД Scopus (Elsevier)

11. Материально-техническое обеспечение

Для реализации дисциплины используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются следующие наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий:

- комплект лекций-презентаций по темам дисциплины;

Таблица 11.1

№	Наименование	Назначение
1	Презентационное оборудование (мультимедиа-проектор, экран, компьютер для управления)	Для проведения лекционных и практических занятий
2	Компьютерный класс (с выходом в Internet)	Для организации самостоятельной работы обучающихся

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО
Декан ФИТ НГУ
М.М. Лаврентьев
«18» апреля 2022 г.



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
по дисциплине Лазерная спектроскопия

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр 2

Форма аттестации	Семестр
Дифзачет	2

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Лазерная спектроскопия», реализуемой в рамках образовательной программы высшего образования – программы магистратуры 09.04.01 Информатика и вычислительная техника, направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине утвержден решением Ученого совета факультета информационных технологий протокол № 84 от 28.03.2022.

Разработчик:

доцент КвЭл ФФ НГУ ФФ НГУ
кандидат физико-математических наук

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук

Ответственный за образовательную программу:
доцент КвЭл ФФ НГУ ФФ НГУ
кандидат физико-математических наук



И.И.Бетеров



М.М. Лаврентьев



И.И.Бетеров

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Лазерная спектроскопия» проводится по завершению периода освоения образовательной программы (семестра) для оценки сформированности компетенций в части следующих индикаторов достижения компетенции (таблица П1.1).

Таблица П1.1

Коды компетенций ФГОС	Компетенции, формируемые в рамках дисциплины «Лазерная спектроскопия»	Семестр 2	
		портфолио	дифзачет
ПКС-1 Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера			
ПКС-1.1	Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности	+	+
ПКС-1.2	Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	+	+
ПКС-1.3	Применяет на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	+	+

Тематика вопросов к диф.зачету соответствует избранным разделам (темам) дисциплины «Лазерная спектроскопия»

- Введение в лазерную спектроскопию
- Теория элементарных радиационных процессов
- Спектроскопия поглощения
- Нелинейная лазерная спектроскопия
- Когерентная лазерная спектроскопия
- Спектроскопия с временным разрешением
- Приложения лазерной спектроскопии

Промежуточная аттестация включает 2 этапа:

1. Портфолио.
2. Дифзачет.

Все компетенции, формируемые в рамках дисциплины, оцениваются как через портфолио, так и на дифзачете.

1.2. Порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Промежуточная аттестация проводится в форме дифзачета и включает 2 этапа: портфолио и дифзачет. Необходимым условием для прохождения промежуточной аттестации является оценка «зачтено» по результатам выполненного портфолио. Для оценивания портфолио студенту необходимо сдать все работы, входящие в структуру портфолио.

Портфолио включает выполнение заданий по темам практических занятий.

Дифзачет проводится в устной форме, в аудитории, студентам разрешено пользоваться бумагой для записей и авторучкой. Во время проведения дифзачета студенту разрешается использовать справочники, учебную и научную литературу, компьютеры. В процессе ответа на вопросы дифзачета студенту могут быть заданы дополнительные вопросы по темам дисциплины.

2. Требования к структуре и содержанию фонда оценочных средств промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень оценочных средств, применяемых на каждом этапе проведения промежуточной аттестации по дисциплине, представлен в таблице П1.2.

Таблица П1.2

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
Этап 1 - портфолио			
1.	Портфолио	Целевая подборка работ студента, раскрывающая его индивидуальные образовательные достижения в одной или нескольких учебных дисциплинах	Структура портфолио
Этап 2 – Дифзачет			
2	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины

2.1. Требования к структуре и содержанию оценочных средств аттестации в семестре

Текущая аттестация по дисциплине «Лазерная спектроскопия» проводится в форме портфолио. Промежуточная аттестация проводится в формате дифзачета.

2.1.1 Требования к структуре и содержанию портфолио

Портфолио включает защиту заданий на практических занятиях.

Оценка за курс выставляется по результатам дифзачета. Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

2.1.2 Перечень вопросов дифзачета 2 семестра

- Теория элементарных радиационных процессов
- Спектр теплового излучения. Теория излучения Эйнштейна. Соотношения между коэффициентами Эйнштейна.
- Полуклассическое описание взаимодействия излучения с веществом. Возбуждение широкополосным излучением. Классическая модель излучателя. Поглощение и дисперсия. Лоренцевский контур. Сила осциллятора.
- Резонансное взаимодействие светового поля с двухуровневыми атомами. Дипольное приближение. Приближение слабого поля. Решение задачи Раби.
- Спектроскопия поглощения
- Оптические уравнения Блоха. Релаксационные процессы. Стационарный режим. Насыщение перехода. Полевое уширение. Взаимодействие с сильным полем. Уравнения Лиувилля. Взаимодействие с резервуаром. Усреднение по ансамблю.
- Спектроскопия поглощения. Поглощение неподвижными атомами. Стационарное решение. Поглощение в среде. Линейное и нелинейное поглощение. Экспериментальные методы спектроскопии поглощения. Спектроскопия времени затухания резонатора. Спектроскопия возбуждения. Оптоакустическая спектроскопия. Опотермическая спектроскопия. Ионизационная спектроскопия. Оптогальваническая спектроскопия.
- Уширение спектральных линий. Эффект Доплера. Контур Фойгта. Поглощение газом движущихся атомов. Столкновительное уширение. Пролетное уширение. Кривизна волнового фронта. Однородное и неоднородное уширение.
- Лазерная спектроскопия в молекулярных пучках. Уменьшение доплеровской ширины. Адиабатическое охлаждение в сверхзвуковых пучках. Лазерная спектроскопия в быстрых ионных пучках. Лазерная спектроскопия в молекулярных пучках и масс-спектроскопия.
- Оптическая накачка и двойной резонанс. Ориентация и выстраивание. Лазерный магнитный резонанс. Двойной оптический резонанс. Оптический радиочастотный резонанс. Оптический микроволновый резонанс.
- Нелинейная лазерная спектроскопия
- Спектроскопия насыщения. Эффекты насыщения. Перекрестные резонансы. Нелинейные резонансы в спектроскопии. Ширина нелинейных резонансов. Экспериментальные исследования резонансов в пролетной области. Лазерные спектрометры для спектроскопии сверхвысокого разрешения.
- Профиль резонанса в поляризационной спектроскопии. Чувствительность поляризационной спектроскопии. Достоинства поляризационной спектроскопии. Многофотонная спектроскопия. Профили линии двухфотонных переходов. Бездоплеровское многофотонное поглощение. Многофотонная ионизационная спектроскопия.
- Лазерная спектроскопия комбинационного рассеяния. Вынужденное комбинационное рассеяние. Спектроскопия когерентного антистоксова комбинационного рассеяния света (КАРС). Гиперкомбинационное рассеяние. Экспериментальные методы и приложения лазерной спектроскопии комбинационного рассеяния.
- Когерентная лазерная спектроскопия
- Спектроскопия пересечения уровней. Спектроскопия квантовых биений. Возбуждение и детектирование волновых пакетов в атомах и молекулах. Фотонное эхо. Оптические нутации.
- Когерентное пленение населенностей. Темные состояния. Электромагнитно индуцированная прозрачность. Медленный свет. Стимулированное рамановское адиабатическое прохождение.
- Метод разнесенных полей в микроволновом диапазоне. Двухфотонные резонансы. Резонансы в двухуровневой системе.
- Спектроскопия с временным разрешением
- Генерация сверхкоротких лазерных импульсов. Измерение времен жизни с использованием лазеров. Пикосекундная, фемтосекундная, аттосекундная спектроскопия.
- Приложения лазерной спектроскопии

- Изучение новейших достижений лазерной спектроскопии. Спектроскопия одиночных ионов. Мазер на одном атоме. Оптические стандарты. Спектроскопия ридберговских состояний. Дипольная блокада. Квантовая информатика.
- Приложения лазерной спектроскопии. Наблюдение эффектов теории относительности. Наблюдение эффектов гравитации и космологии. Лазерная фотохимия. Лазерная спектроскопия в биологии и медицине.

Набор вопросов к дифзачету формируется и утверждается в установленном порядке в начале учебного года при наличии контингента обучающихся, завершающих освоение дисциплины «Лазерная спектроскопия» в текущем учебном году.

3. Критерии оценки сформированности компетенций в рамках промежуточной аттестации по дисциплине

Таблица П.1.5

Шифр компетенций	Структурные элементы оценочных средств	Показатель сформированности	Не сформирован	Пороговый уровень	Базовый уровень	Продвинутый уровень
ПКС-1	Портфолио (этап 1), Дифзачет (этап 2)	ПКС-1.1. Применяет актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности	Не знает актуальные модели и подходы в области профессиональной деятельности	Допускает грубые ошибки, слабо знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области лазерной спектроскопии, основные возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований в данной области	Знает на базовом уровне методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области лазерной спектроскопии, основные возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований в данной области	Уверенно знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области лазерной спектроскопии, основные возможности, методы и системы компьютерных технологий для физических теоретических и экспериментальных исследований в данной области
ПКС-1	Портфолио (этап 1), Дифзачет (этап 2)	ПКС-1.2. Комбинирует и адаптирует существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Не умеет комбинировать и адаптировать существующие информационно-коммуникационные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	Демонстрирует слабые умения самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований	Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области лазерной спектроскопии с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий	Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области лазерной спектроскопии с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий

ПКС-1	<p>Портфолио (этап 1), Дифзачет (этап 2)</p>	<p>ПКС-1.3 Применяет на практике программные средства и платформы информационно-технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>Не умеет применять на практике программные средства и платформы информационно-технологий для разработки и реализации математических моделей, проведения их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности</p>	<p>в области лазерной спектроскопии</p>	<p>паратуры и компьютерных технологий, допускает несущественные погрешности</p>	
			<p>ционные технологии для решения задач в области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности</p>	<p>Слабо владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области лазерной спектроскопии с помощью современных методов и средств</p>	<p>Владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области лазерной спектроскопии с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований для решения учебных задач</p>	<p>Уверенно владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области лазерной спектроскопии с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований</p>

		множественные ошибки	проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности		
--	--	-----------------------------	--	--	--

4. Критерии выставления оценок по результатам промежуточной аттестации по дисциплине

В соответствии с учебным планом устанавливаются следующие формы контроля:

Результаты промежуточной аттестации определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценки «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» означают успешное прохождение промежуточной аттестации.

Оценка «отлично» соответствует продвинутому уровню сформированности компетенции.

Оценка «хорошо» соответствует базовому уровню сформированности компетенции.

Оценка «удовлетворительно» соответствует пороговому уровню сформированности компетенции.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если хотя бы одна компетенция не сформирована.

Итоговая оценка результатов промежуточной аттестации выставляется как оценка за дифзачет.