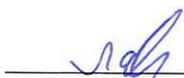


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

Факультет информационных технологий

СОГЛАСОВАНО

Декан ФИТ НГУ

 М.М. Лаврентьев

«18» апреля 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика ультрахолодных атомов

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр: 1

№	Вид деятельности	Семестр
		1
1	Лекции, час.	16
2	Практические занятия, час.	16
3	Лабораторные занятия, час.	
4	Занятий в контактной форме без учета промежуточной аттестации, час, из них	32
5	в электронной форме, час.	
6	из них аудиторных занятий, час.	32
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	32
8	консультаций, час.	
9	Самостоятельная работа, час.	74
10	в том числе на выполнение письменных работ, час	30
11	Форма аттестации (экзамен, зачет, дифференцированный зачет), час	ДЗ 2
12	Всего зачетных единиц ¹	3

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
доктор физико-математических наук



О.Н. Прудников

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 «Физика ультрахолодных атомов»

Дисциплина «Физика ультрахолодных атомов» 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 «Физика ультрахолодных атомов» реализуется в 1 семестре в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 дисциплин (модулей) и является дисциплиной по выбору

Дисциплина «Физика ультрахолодных атомов» является базовой для выполнения работы в рамках практики и выполнением выпускной квалификационной работы.

Дисциплина «Физика ультрахолодных атомов» 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:

Математические подходы описания открытых квантовых систем

Механическое действие света на атомы

Основы лазерного охлаждения

Ловушки для нейтральных атомов и ионов

Физическая реализация контролируемой манипуляции квантовыми состояниями атомной системы

Физические принципы и схемы реализаций атомных интерферометров

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.

При проведении лекций и практических занятий могут применяться дистанционные образовательные технологии с использованием платформы Google meet.

Общий объем дисциплины – 3 зачетных единицы (108 часов).

Правила аттестации по дисциплине. Текущий контроль по дисциплине «Физика ультрахолодных атомов» 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 «Физика ультрахолодных атомов» 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 в электронном ресурсе, который создается 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 физики ультрахолодных атомов, 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 физики ультрахолодных атомов 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 физики ультрахолодных атомов 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: 1			
Математические подходы описания открытых квантовых систем	2	2	1, 2, 3
Механическое действие света на атомы	2	2	1, 2, 3
Основы лазерного охлаждения	2	2	1, 2, 3
Ловушки для нейтральных атомов и ионов	4	4	1, 2, 3
Физическая реализация контролируемой манипуляции квантовыми состояниями атомной системы	4	4	1, 2, 3
Физические принципы и схемы реализаций атомных интерферометров	2	2	1, 2, 3
Итого:	16	16	

Таблица 3.2

Темы практических занятий	Активные формы, час. (входит в общее кол-во часов)	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 1				
1. Введение. 1.1. Основные достижения и физико-технические приложения лазерно охлажденных атомов. 1.2. Области применений квантовых сенсоров на основе атомно-оптических интерферометров	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
2. Математические подходы описания открытых квантовых систем. 2.1. Два подхода для описания эволюции квантовых систем. 2.2. Формализм матрицы плотности. 2.3. Эквивалентность двух подходов. 2.4. Оператор спонтанной релаксации для атомной матрицы плотности	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы

<p>3. Механическое действие света на атомы</p> <p>3.1. Электродипольное приближение для описания взаимодействия света с атомами в резонансном приближении</p> <p>3.2. Эффект отдачи при взаимодействии света с атомами</p> <p>3.3. Сила спонтанного и вынужденного светового давления</p>	4	4	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>4. Основы лазерного охлаждения</p> <p>4.1. Вигнеровское представление для атомной матрицы плотности</p> <p>4.2. Математический аппарат редукции квантово-кинетического уравнения к уравнению Фоккера-Планка для квазиклассического описания кинетики атомной системы</p> <p>4.3. Механизмы доплеровского лазерного охлаждения.</p> <p>4.4. Пределы лазерного охлаждения</p> <p>4.5. Лазерное охлаждение в полях с неоднородной пространственной поляризацией</p>	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>5. Ловушки для нейтральных атомов и ионов</p> <p>5.1. Магнитооптическая ловушка</p> <p>5.2. Ловушка Паули для ионов.</p> <p>5.3. Уравнения Маттьё.</p> <p>5.4. Секулярное и микродвижение ионов в радиочастотной ловушке. Зоны устойчивости. Эффективный потенциал. Глубина радиочастотной ловушки</p> <p>5.5. Лазерное охлаждение ионов.</p>	2	2	1, 2, 3	Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы
<p>6. Физическая реализация</p>	2	2		Разбор представленного

<p>контролируемой манипуляции квантовыми состояниями атомной системы</p> <p>6.1. Решение динамической задачи эволюции квантовых состояний атома в электромагнитном поле, осцилляции Раби.</p> <p>6.2. Манипуляция квантовыми состояниями атомной системы с помощью резонансного электромагнитного поля.</p>				<p>теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы</p>
<p>7. Физические принципы и схемы реализаций атомных интерферометров</p> <p>7.1. Основные принципы атомной интерферометрии</p> <p>7.2. Спектроскопия Раби.</p> <p>7.3. Рэмси спектроскопия.</p> <p>7.4. Интерферометр Рамси – Борде.</p> <p>7.5. Оптические стандарты частоты. Девиация Алана.</p> <p>7.6. Рамановские переходы в трехуровневой схеме, эффективная частота Раби.</p> <p>7.7. Атомный интерферометр трехимпульсная схема.</p> <p>7.8. Эволюция квантовых состояний во внешнем поле сил.</p> <p>7.9. Гравиметр на основе атомного интерферометра.</p> <p>7.10. Лагранжиан частицы во вращающейся системе. Классическое действие во вращающейся системе. Гироскоп на основе атомного интерферометра</p>	2	2	1, 2, 3	<p>Разбор представленного теоретического материала, решение задач, практическое применение изученной темы</p>
Итого:	16	16		

4. Самостоятельная работа студентов

Таблица 4.1

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 1				
1	Изучение разделов дисциплины по учебной литературе, в том числе вопросов, не освещаемых на лекциях	1, 2, 3	20	
	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	30	
	Выполнение заданий			
3	Подготовка к дифференцированному зачету	1, 2, 3	24	
	Повторение теоретического материала по вопросам, совпадающим с темами лекций			
Итого			74	

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.

При проведении лекций и практических занятий могут применяться дистанционные образовательные технологии с использованием платформы Google meet. При проведении практических занятий студенты подключаются к онлайн сессии. На занятиях разбираются теоретические темы, представленные на лекции, и формулировки практических заданий. Для сдачи выполненного задания студент включает демонстрацию экрана, показывает результаты, обосновывает решение, отвечает на вопросы преподавателя.

Применение дистанционных образовательных технологий позволяет обеспечить эффективное взаимодействие преподавателя со студентами в различных ситуациях, когда преподаватель или студенты не могут территориально присутствовать в помещениях НГУ в силу объективных и уважительных субъективных факторов. Дистанционные технологии могут применяться, в том числе и в «смешанном формате»: при проведении лекционных и практических занятий преподаватель дополнительно подключает дистанционный сервис, позволяющий участвовать в занятии студентам, которые по каким-либо причинам не могут присутствовать в классе.

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

Лекции и практические занятия	Google Meet
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 «Физика ультрахолодных атомов» проводится текущая и промежуточная аттестация (итоговая по дисциплине).

Текущая аттестация по дисциплине «Физика ультрахолодных атомов» 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 «Физика ультрахолодных атомов» 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. Казанцев, Александр Петрович. Механическое действие света на атомы / А.П. Казанцев, Г.И. Сурдутович, В.П. Яковлев ; отв. ред. А.М. Дыхне / Акад. наук СССР, Ин-т теорет. физики им. Л.Д. Ландау. Москва : Наука, 1991. 187, [3] с. : ил. ; 21см. ISBN 5-02-000178-3. (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».

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Физика ультрахолодных атомов»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФИТ	Подпись ответственного
1.	Дополнено приложение дистанционных образовательных технологий п. 5	30.01.2023 № 90	

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 Физика ультрахолодных атомов**

Направление подготовки: 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА.

Направленность (профиль): Квантовые технологии и криптография

Квалификация: Магистр

Форма обучения: очная

Год обучения: 1, семестр 1

Форма аттестации	Семестр
Дифзачет	1

Новосибирск 2022

Фонд оценочных средств промежуточной аттестации является **Приложением 1** к рабочей программе дисциплины «Физика ультрахолодных атомов», 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

доктор физико-математических наук

О.Н. Прудников

Заведующий кафедрой систем информатики ФИТ,
доктор физико-математических наук

М.М. Лаврентьев

Ответственный за образовательную программу:

Доцент кафедры квантовой электроники ФФ,

кандидат физико-математических наук

И.И. Бетеров

1. Содержание и порядок проведения промежуточной аттестации по дисциплине

1.1. Общая характеристика содержания промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине «Физика ультрахолодных атомов» 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 «Физика ультрахолодных атомов»	Семестр 1	
		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 «Физика ультрахолодных атомов»

Математические подходы описания открытых квантовых систем

Механическое действие света на атомы

Основы лазерного охлаждения

Ловушки для нейтральных атомов и ионов

Физическая реализация контролируемой манипуляции квантовыми состояниями атомной системы

Физические принципы и схемы реализаций атомных интерферометров

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 «Физика ультрахолодных атомов» 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 1 семестра

Основные достижения и физико-технические приложения лазерно охлажденных атомов.

Области применений квантовых сенсоров на основе атомно-оптических интерферометров

Математические подходы описания открытых квантовых систем.

Два подхода для описания эволюции квантовых систем.

Формализм матрицы плотности.

Эквивалентность двух подходов.

Оператор спонтанной релаксации для атомной матрицы плотности

Механическое действие света на атомы

Электродипольное приближение для описания взаимодействия света с атомами в резонансном приближении

Эффект отдачи при взаимодействии света с атомами

Сила спонтанного и вынужденного светового давления

Основы лазерного охлаждения

Вигнеровское представление для атомной матрицы плотности

Математический аппарат редукции квантово-кинетического уравнения к уравнению Фоккера-

Планка для квазиклассического описания кинетики атомной системы

Механизмы доплеровского лазерного охлаждения.

Пределы лазерного охлаждения

Лазерное охлаждение в полях с неоднородной пространственной поляризацией

Ловушки для нейтральных атомов и ионов

Магнитооптическая ловушка

Ловушка Паули для ионов.

Уравнения Матьё.

Секулярное и микродвижение ионов в радиочастотной ловушке. Зоны устойчивости. Эффективный потенциал. Глубина радиочастотной ловушки

Лазерное охлаждение ионов.

Физическая реализация контролируемой манипуляции квантовыми состояниями атомной системы

Решение динамической задачи эволюции квантовых состояний атома в электромагнитном поле, осцилляции Раби.

Манипуляция квантовыми состояниями атомной системы с помощью резонансного электромагнитного поля.

Физические принципы и схемы реализаций атомных интерферометров

Основные принципы атомной интерферометрии

Спектроскопия Раби.

Рэмси спектроскопия.

Интерферометр Рамси – Борде.

Оптические стандарты частоты. Девиация Алана.

Рамановские переходы в трехуровневой схеме, эффективная частота Раби.

Атомный интерферометр трехимпульсная схема.

Эволюция квантовых состояний во внешнем поле сил.

Гравиметр на основе атомного интерферометра.

Лагранжиан частицы во вращающейся системе. Классическое действие во вращающейся системе.

Гироскоп на основе атомного интерферометра

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

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

Таблица П1.5

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 профессии национальной деятельности	Допускает грубые ошибки, слабо знает методы и способы исследований в области физики ультрахолодных атомов	Знает на базовом уровне методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области физики ультрахолодных атомов	Уверенно знает методы и способы постановки и решения задач физических исследований в области физики ультрахолодных атомов, 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	Демонстрирует слабые умения самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области физики ультрахолодных атомов	Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные задачи научных исследований в области физики ультрахолодных атомов с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий	Умеет самостоятельно ставить и решать конкретные физические задачи научных исследований в области физики ультрахолодных атомов с использованием современной аппаратуры и компьютерных технологий

ПКС-1	Портфолио (этап 1), Дифзачет (этап 2)	ПКС-1.3 Практике средства и платформы для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	области профессиональной деятельности с учетом требований информационной безопасности	современной аппаратуры и компьютерных технологий	ки	Уверенно владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики ультрахолодных атомов с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований
		Не умеет применять на практике программные средства и платформы информационных технологий для разработки и реализации математических моделей, проведение их анализа при решении задач в области профессиональной деятельности	Слабо владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики ультрахолодных атомов с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований	Владеет навыками постановки и решения задач научных исследований в области физики ультрахолодных атомов с помощью современных методов и средств теоретических и экспериментальных исследований для решения учебных задач		

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.

