



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЕиС
Ю.В. Сомова

02.02.2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

СПЕЦСЕМИНАР ПО НАУЧНЫМ НАПРАВЛЕНИЯМ

Направление подготовки (специальность)
03.04.02 Физика

Направленность (профиль/специализация) программы
Компьютерное моделирование физических процессов и структур, методы преподавания физики

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

| | |
|---------------------|--|
| Институт/ факультет | Институт естествознания и стандартизации |
| Кафедра | Физики |
| Курс | 1 |
| Семестр | 2 |

Магнитогорск
2026 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 03.04.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 914)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Физики 27.01.2026, протокол № 3

Зав. кафедрой  Д.М. Долгушин

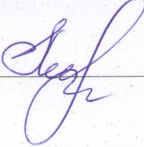
Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЕиС 02.02.2026 г. протокол № 4

Председатель  Ю.В. Сомова

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры Физики, канд. физ.-мат. наук  А.П. Давыдов

Рецензент:

зав. кафедрой ВТиП, д-р техн. наук  О.С. Логунова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 учебном году на заседании кафедры Физики

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Д.М. Долгушин

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины «Спецсеминар по научным направлениям» являются:

1) подготовка студентов по дисциплине в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 03.04.02 –«Физика» (профиль Компьютерное моделирование физических процессов и структур, методы преподавания физики);

2) формирование необходимых компетенций для анализа и решения современных научных и технических проблем, связанных с использованием магнитных явлений в науке и технике.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Спецсеминар по научным направлениям входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Современные проблемы физики

Физика магнитных явлений

Теория твердого тела

Физическая акустика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Физика магнитных явлений

Дополнительные главы общей физики

Волновые процессы в конденсированных средах

Электрические и магнитные свойства твердых тел

Теоретические основы спектроскопии

Производственная - преддипломная практика

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная - практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Спецсеминар по научным направлениям» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

| Код индикатора | Индикатор достижения компетенции |
|----------------|--|
| УК-1 | Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий |
| УК-1.1 | Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними |
| УК-1.2 | Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению |
| УК-1.3 | Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации |

| | |
|---|---|
| | стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения |
| УК-4 Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия | |
| УК-4.1 | Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии |
| УК-4.2 | Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках |
| УК-4.3 | Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках |
| ПК-1 Способен планировать и проводить экспериментальные исследования | |
| ПК-1.1 | Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований |
| ПК-1.2 | Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок |

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 34,1 академических часов;
- аудиторная – 34 академических часов;
- внеаудиторная – 0,1 академических часов;
- самостоятельная работа – 73,9 академических часов;
- в форме практической подготовки – 0 академических часов;

Форма аттестации - зачет

| Раздел/ тема дисциплины | Семестр | Аудиторная контактная работа (в академических часах) | | | Самостоятельная работа студента | Вид самостоятельной работы | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код компетенции |
|--|---------|--|-----------|-------------|---------------------------------|--|---|--|
| | | Лек. | лаб. зан. | практ. зан. | | | | |
| 1. Квантовая механика фотона | | | | | | | | |
| 1.1 Основные положения аппарата квантовой механики фотона | 2 | | | 12 | 20 | Проработка учебников, учебных пособий, монографий, конспектирование, подготовка к практическим работам | Проверка конспектов, опрос, обсуждение | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 1.2 Моделирование волновой функции фотона с целью описания интерференционных явлений света | | | | 12 | 22 | Проработка учебников, учебных пособий, монографий, конспектирование, подготовка к практическим работам | Проверка конспектов, опрос, обсуждение | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2 |
| Итого по разделу | | | | 24 | 42 | | | |
| 2. Экстремальные максимумы | | | | | | | | |
| 2.1 Экстремальные максимумы с точки зрения квантовой теории и общей теории относительности | 2 | | | 5 | 15 | Проработка учебников, учебных пособий, монографий, конспектирование, подготовка к практическим работам | Проверка конспектов, опрос, обсуждение | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, ПК-1.1, ПК-1.2 |
| 2.2 Экстремальные максимумы с точки зрения квантовой теории и релятивистской теории | | | | 5 | 16,9 | Проработка учебников, учебных пособий, | Проверка конспектов, опрос, обсуждение, | УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, УК-4.1, УК-4.2, УК-4.3, |

| гравитации | | | | | | монографий, конспектирование, подготовка к практическим работам | контрольная работа | ПК-1.1, ПК- 1.2 |
|---------------------|--|--|----|------|--|---|-----------------------|--------------------|
| Итого по разделу | | | 10 | 31,9 | | | | |
| Итого за семестр | | | 34 | 73,9 | | | зачёт | |
| Итого по дисциплине | | | 34 | 73,9 | | | зачет | |

5 Образовательные технологии

Результат освоения дисциплины «Спецсеминар по научным направлениям» – формирование у студентов компетенций представляющих собой динамичную совокупность знаний, умений, владений, способностей и личностных качеств, которую студент может продемонстрировать после завершения обучения по магистерской образовательной программе. Для формирования этих компетенций и реализации предусмотренных видов учебной работы, в учебном процессе в качестве образовательных технологий используются традиционная и технология информационно-проектного обучения, позволяющая студенту в процессе обучения самому выбирать формируемые компетенции и личностные качества, тем самым проектируя для себя образовательный процесс.

Учебные занятия проводятся в виде практических занятий

Практические занятия проводятся с применением компьютерных презентаций. Концептуальную основу семинарской технологии составляют принципы педагогики: научности, последовательности и систематичности, доступности, прочности, сознательности и активности, наглядности, связи теории с практикой, учета индивидуальных особенностей студентов.

Кроме того, на практических занятиях используется технология педагогики сотрудничества преподавателя со студентами, в основе которой следующие целевые ориентации: переход от педагогики требований к педагогике отношений, гуманно-личностный подход к студенту, единство обучения и воспитания.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Давыдов А.П. Волновая функция фотона в координатном представлении: монография / Изд. 2-е. М.: ФГУП НТЦ "Информрегистр", 2017. № гос. рег. 0321701276. – Дата регистрации: 26.05.2017 г.

2. Проскуракова, Е. А. Физика элементарных частиц : учебное пособие / Е. А. Проскуракова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 104 с. — ISBN 978-5-8114-2232-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/reader/book/87587/#2> (дата обращения: 27.02.2026).

б) Дополнительная литература:

1. Канн К. Б. Курс общей физики : учебное пособие / К. Б. Канн. - М.: КУРС: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 360 с. - ISBN 978-5-905554-47-6 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=443435> (дата обращения: 27.02.2026).

2. Сергеев, Н. А. Основы квантовой теории ядерного магнитного резонанса : монография / Н. А. Сергеев, Д. С. Рябушкин. – М. : Логос, 2013. – 272 с. - ISBN 978-5-98704-754-5 Режим доступа: <http://znanium.com/bookread.php?book=469025> (дата обращения: 27.02.2026).

3. Давыдов А.П. Квантовая механика фотона: волновая функция в координатном

2015. Т. 20, № 5. С. 43-61.

4. Давыдов А.П. Волновая функция фотона в координатном представлении: монография. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова. 2015. 180 с.

в) Методические указания:

При выполнении домашнего задания рекомендуется следовать следующему общему алгоритму:

1. Проработать материал на предмет выявления непонятных моментов темы.
2. В случае наличия непонятных моментов сформулировать вопросы.
3. Найти и изучить дополнительный материал по теме, используя рекомендованную литературу и электронные ресурсы учебных пособий в сети Интернет.
4. Ответить на возникшие в ходе изучения темы вопросы.
5. Выписать трактовки основных понятий, законов, принципов и т.п. по изучаемой теме.
6. Из перечня вопросов к зачету выбрать те, которые отражают содержание темы.
7. Найти ответы на эти вопросы в тексте используемых учебных и научных источников.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

| Наименование ПО | № договора | Срок действия лицензии |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|
| MS Office 2007 Professional | № 135 от 17.09.2007 | бессрочно |
| 7Zip | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Maple 14 Classroom License | К-113-11 от 11.04.2011 | бессрочно |
| Adobe Reader | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Браузер Mozilla Firefox | свободно распространяемое ПО | бессрочно |
| Браузер Yandex | свободно распространяемое ПО | бессрочно |

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

| Название курса | Ссылка |
|--|---|
| Информационная система - Банк данных угроз безопасности информации ФСТЭК России | https://bdu.fstec.ru/?ysclid=lujkqy7cnw630508962 |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова | https://host.megaprolib.net/M/P0109/Web |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp |

| | |
|---|---|
| Электронная база периодических изданий ООО «ИВИС» | https://eivis.ru/ |
|---|---|

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории 1-385, 1-387 для проведения занятий лекционного типа.

Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории 1-385, 1-387 для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оснащение: доска, мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории 1-385, 1-387, компьютерные классы 1-372, 1-394а для самостоятельной работы обучающихся. Оснащение: персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и доступом в электронную образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Оснащение: шкафы для хранения учебно-методической документации, учебного оборудования и учебно-наглядных пособий.

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Квантовая механика фотона».

1. Исходя из явного вида операторов спина фотона в векторном представлении доказать для них существующие коммуникационные отношения.
2. Получить уравнение непрерывности из уравнения Шредингера и уравнения Клейна-Гордона-Фока.
3. Доказать ортономированность базовых бивекторов.
4. Доказать релятивистскую инвариантность уравнения непрерывности для волновой функции фотона в случае плоской монохроматической волны.

АКР №2 «Экстремальные максимоны».

1. Убедиться, что планковские параметры удовлетворяют соотношениям неопределенностей Гейзенберга и для энергии-времени.
2. Найти связь между электрическим зарядом и массой гипотетической частицы в классическом подходе, при условии, что гравитационные силы и электромагнитные одинаковы по модулю, при взаимодействии двух частиц.
3. Убедиться, что длина экватора эргосферы черной дыры равна бесконечности в случае метрики Керра-Ньюмана.
4. Сформулировать четыре закона термодинамики черных дыр.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

ИДЗ №1 «Квантовая механика фотона».

1. Найти полную систему обобщенных собственных функций операторов энергии, импульса и спиральности фотона в векторном представлении.
2. Получить уравнение непрерывности из уравнения для волновой функции фотона.
3. Построить бивектор, описывающий линейно-поляризованную электромагнитную волну, описывающую однофотонное состояние, как суперпозицию циркулярно-поляризованных монохроматических волн.
4. Убедиться, что конструкция волновой функции фотона удовлетворяет постулату квантовой механики относительно вычисления среднего значения энергии частицы в заданном квантовом состоянии.

ИДЗ №2 «Экстремальные максимоны».

1. Вычислить максимальную плотность материи в эффективном римановом пространстве, соответствующую экстремальному максимону первого класса.
2. Доказать, что радиусы всех трех классов экстремальных максимонов равны нулю в пространстве Минковского.
3. Убедиться, что поверхностная гравитация экстремальных максимонов равна нулю.
4. Вычислить магнитный момент экстремального максимона первого класса и сравнить его с магнетоном Бора.

Приложение 2

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (проверка выполнения заданий), промежуточный контроль в виде тестирования по разделу и итоговый контроль в виде зачета.

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---------------------------------|--|
| УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | | |
| УК-1.1 | Анализирует проблемную | Перечень теоретических вопросов к зачету: |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|--|---|
| | ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними | <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая система уравнений свободного движения фотона в одночастичном подходе. 2. Состояния свободного движения фотона с определенными значениями энергии, импульса и спиральности. “Зарядовое сопряжение” 3. Бивектор состояния линейно поляризованной волны. 4. Суперпозиция напряженностей и базовых состояний с определенными значениями энергии, импульса и спиральности. 5. Полуклассическое пространственное распределение энергии фотона в одночастичном состоянии. |
| УК-1.2 | Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению | <ol style="list-style-type: none"> 1. Исходя из явного вида операторов спина фотона в векторном представлении доказать для них существующие коммуникационные отношения. 2. Убедиться, что планковские параметры удовлетворяют соотношениям неопределенностей Гейзенберга и для энергии-времени. |
| УК-1.3 | Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; строит сценарии реализации стратегии, | <ol style="list-style-type: none"> 1. Найти полную систему обобщенных собственных функций операторов энергии, импульса и спиральности фотона в векторном представлении. 2. Вычислить максимальную плотность материи в эффективном римановом пространстве, соответствующую экстремальному максимуму первого класса. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|--|--|
| | определяя возможные риски и предлагая пути их устранения | |
| УК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности | | |
| УК-4.1 | Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Волновая функция фотона (волновой пакет). Плотность вероятности. Уравнение непрерывности. 2. Волновая функция фотона и релятивистская инвариантность уравнения непрерывности для случая плоских монохроматических волн. 3. Средние значения физических величин, характеризующих фотон в состоянии волнового пакета. |
| УК-4.2 | Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках | <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить уравнение непрерывности из уравнения Шредингера и уравнения Клейна-Гордона-Фока. 2. Найти связь между электрическим зарядом и массой гипотетической частицы в классическом подходе, при условии, что гравитационные силы и электромагнитные одинаковы по модулю, при взаимодействии двух частиц. |
| УК-4.3 | Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, участвует в академических и профессиональных дискуссиях на | <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить уравнение непрерывности из уравнения для волновой функции фотона. 2. Доказать, что радиусы всех трех классов экстремальных максимумов равны нулю в пространстве Минковского. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|---|
| | русском и иностранном языках | |
| ПК-1: Способен планировать и проводить экспериментальные исследования | | |
| ПК-1.1 | Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | <p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Волновой пакет с гауссовским импульсным распределением. 2. Способ определения числовых значений “входных” параметров при моделировании волнового пакета с гауссовским импульсным распределением. 3. Моделирование эволюции волнового пакета с гауссовским импульсным распределением. 4. О волновой функции фотона в координатном представлении в терминах электромагнитных потенциалов. 5. Фотон, физический вакуум и структура заряженных лептонов на планковских расстояниях. 6. Экстремальные максимоны, структура фундаментальных частиц на планковских расстояниях с точки зрения кЭД, ОТО и РТГ а.а. логунова. 7. О соотношении неопределенностей для энергии и времени при квазиклассическом описании электромагнитного излучения. 8. Оператор энергии и соотношение неопределенностей для энергии и времени в квантовой механике. |
| ПК-1.2 | Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок | <ol style="list-style-type: none"> 1. Доказать релятивистскую инвариантность уравнения непрерывности для волновой функции фотона в случае плоской монохроматической волны. 2. Сформулировать четыре закона термодинамики черных дыр. 3. Убедиться, что конструкция волновой функции фотона в координатном представлении удовлетворяет постулату квантовой механики относительно вычисления среднего значения энергии частицы в заданном квантовом состоянии. 4. Вычислить магнитный момент экстремального максимона первого класса и сравнить его с магнетоном Бора. |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Спецсеминар по направлениям» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и по результатам выполнения ИДЗ.

Показатели и критерии получения зачета:

– **«Зачтено»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– **«Не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Приложение 1

«Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся»

Примерные аудиторные контрольные работы (АКР):

АКР №1 «Квантовая механика фотона».

1. Исходя из явного вида операторов спина фотона в векторном представлении доказать для них существующие коммуникационные отношения.
2. Получить уравнение непрерывности из уравнения Шредингера и уравнения Клейна-Гордона-Фока.
3. Доказать ортономированность базовых бивекторов.
4. Доказать релятивистскую инвариантность уравнения непрерывности для волновой функции фотона в случае плоской монохроматической волны.

АКР №2 «Экстремальные максимоны».

1. Убедиться, что планковские параметры удовлетворяют соотношениям неопределенностей Гейзенберга и для энергии-времени.
2. Найти связь между электрическим зарядом и массой гипотетической частицы в классическом подходе, при условии, что гравитационные силы и электромагнитные одинаковы по модулю, при взаимодействии двух частиц.
3. Убедиться, что длина экватора эргосферы черной дыры равна бесконечности в случае метрики Керра-Ньюмана.

4. Сформулировать четыре закона термодинамики черных дыр.

Примерные индивидуальные домашние задания (ИДЗ):

ИДЗ №1 «Квантовая механика фотона».

1. Найти полную систему обобщенных собственных функций операторов энергии, импульса и спиральности фотона в векторном представлении.
2. Получить уравнение непрерывности из уравнения для волновой функции фотона.
3. Построить бивектор, описывающий линейно-поляризованную электромагнитную волну, описывающую однофотонное состояние, как суперпозицию циркулярно-поляризованных монохроматических волн.
4. Убедиться, что конструкция волновой функции фотона удовлетворяет постулату квантовой механики относительно вычисления среднего значения энергии частицы в заданном квантовом состоянии.

ИДЗ №2 «Экстремальные максимоны».

1. Вычислить максимальную плотность материи в эффективном римановом пространстве, соответствующую экстремальному максимону первого класса.
2. Доказать, что радиусы всех трех классов экстремальных максимонов равны нулю в пространстве Минковского.
3. Убедиться, что поверхностная гравитация экстремальных максимонов равна нулю.
4. Вычислить магнитный момент экстремального максимона первого класса и сравнить его с магнетомом Бора.

Приложение 2

«Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации»

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

По данной дисциплине предусмотрены различные виды контроля результатов обучения: текущий контроль (проверка выполнения заданий), промежуточный контроль в виде тестирования по разделу и итоговый контроль в виде зачета.

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---------------------------------|--------------------|
| УК-1: Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе | | |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|--|---|
| системного подхода, вырабатывать стратегию действий | | |
| УК-1.1 | Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Общая система уравнений свободного движения фотона в одночастичном подходе. 2. Состояния свободного движения фотона с определенными значениями энергии, импульса и спиральности. “Зарядовое сопряжение” 3. Бивектор состояния линейно поляризованной волны. 4. Суперпозиция напряженностей и базовых состояний с определенными значениями энергии, импульса и спиральности. 5. Полуклассическое пространственное распределение энергии фотона в одночастичном состоянии. |
| УК-1.2 | Критически оценивает надежность источников информации, работает с противоречивой информацией из разных источников, определяет пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению | <ol style="list-style-type: none"> 1. Исходя из явного вида операторов спина фотона в векторном представлении доказать для них существующие коммуникационные отношения. 2. Убедиться, что планковские параметры удовлетворяют соотношениям неопределенностей Гейзенберга и для энергии-времени. |
| УК-1.3 | Разрабатывает и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинар | <ol style="list-style-type: none"> 1. Найти полную систему обобщенных собственных функций операторов энергии, импульса и спиральности фотона в векторном представлении. 2. Вычислить максимальную плотность материи в эффективном римановом пространстве, соответствующую экстремальному максимуму первого класса. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---|---|--|
| | ного подходов; строит сценарии реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения | |
| УК-4: Способен определять сферу внедрения результатов научных исследований в области своей профессиональной деятельности | | |
| УК-4.1 | Устанавливает контакты и организует общение в соответствии с потребностями совместной деятельности, используя современные коммуникационные технологии | <p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Волновая функция фотона (волновой пакет). Плотность вероятности. Уравнение непрерывности. 2. Волновая функция фотона и релятивистская инвариантность уравнения непрерывности для случая плоских монохроматических волн. 3. Средние значения физических величин, характеризующих фотон в состоянии волнового пакета. |
| УК-4.2 | Составляет деловую документацию, создает различные академические или профессиональные тексты на русском и иностранном языках | <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить уравнение непрерывности из уравнения Шредингера и уравнения Клейна-Гордона-Фока. 2. Найти связь между электрическим зарядом и массой гипотетической частицы в классическом подходе, при условии, что гравитационные силы и электромагнитные одинаковы по модулю, при взаимодействии двух частиц. |
| УК-4.3 | Представляет результаты исследовательской и проектной деятельности на различных публичных мероприятиях, | <ol style="list-style-type: none"> 1. Получить уравнение непрерывности из уравнения для волновой функции фотона. 2. Доказать, что радиусы всех трех классов экстремальных максимумов равны нулю в пространстве Минковского. |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|--|---|---|
| | участвует в академических и профессиональных дискуссиях на русском и иностранном языках | |
| ПК-1: Способен планировать и проводить экспериментальные исследования | | |
| ПК-1.1 | Осуществляет проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований | <p style="text-align: center;">Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Волновой пакет с гауссовским импульсным распределением. 2. Способ определения числовых значений “входных” параметров при моделировании волнового пакета с гауссовским импульсным распределением. 3. Моделирование эволюции волнового пакета с гауссовским импульсным распределением. 4. О волновой функции фотона в координатном представлении в терминах электромагнитных потенциалов. 5. Фотон, физический вакуум и структура заряженных лептонов на планковских расстояниях. 6. Экстремальные максимоны, структура фундаментальных частиц на планковских расстояниях с точки зрения кЭД, ОТО и РТГ а.а. Логунова. 7. О соотношении неопределенностей для энергии и времени при квазиклассическом описании электромагнитного излучения. 8. Оператор энергии и соотношение неопределенностей для энергии и времени в квантовой механике. |
| ПК-1.2 | Осуществляет выполнение экспериментов и оформление результатов исследований и разработок | <ol style="list-style-type: none"> 1. Доказать релятивистскую инвариантность уравнения непрерывности для волновой функции фотона в случае плоской монохроматической волны. 2. Сформулировать четыре закона термодинамики черных дыр. 3. Убедиться, что конструкция волновой функции фотона в координатном представлении удовлетворяет постулату квантовой механики относительно вычисления среднего значения энергии частицы в заданном квантовом состоянии. 4. Вычислить магнитный момент экстремального максимона первого класса и сравнить его с |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения | Оценочные средства |
|---------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| | | магнетоном Бора. |

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Спецсеминар по направлениям» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по билетам, каждый из которых включает один теоретический вопрос и по результатам выполнения ИДЗ.

Показатели и критерии получения зачета:

- **«Зачтено»** – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- **«Не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.