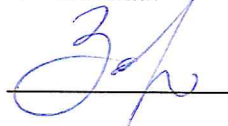


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

«СОГЛАСОВАНО»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
«Физика»



О.С. Завьялова

« 04 » 03 2024 г.

Директор Института
перспективных исследований



М.П. Евстигнеев

« 04 » 03 2024 г.

ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

03.03.02 Физика

(код и наименование направления подготовки)

Биофизика и биоинформатика

(наименование профиля)

бакалавриат

(уровень высшего образования)

очная, 2024

(форма обучения, год набора)

Севастополь
2024

Программа государственной итоговой аттестации составлена на основе федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль «Биофизика и биоинформатика») разработана на кафедре «Физика» ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» с учетом требований следующих нормативных правовых документов:

- Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 07.08.2020 №891;

- Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06.04.2021 № 245;

- Положения о порядке разработки и утверждения основной образовательной программы №42-01-09/281, принятого решением ученого совета Севастопольского государственного университета (протокол №18 от 30.08.2022) и утвержденного приказом ректора от 31.08.2022 №1731-п, иных локальных нормативных актов, действующих в Университете.

Впервые утверждена и введена в действие на заседании кафедры «Физика» «04» 03 2024 г., протокол № 6.

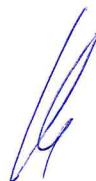
Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Физика» «___» _____ 20___ г., протокол № _____

Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Физика» «___» _____ 20___ г., протокол № _____

Переутверждена и введена в действие с изменениями на заседании кафедры «Физика» «___» _____ 20___ г., протокол № _____

РАЗРАБОТАНО:

Руководитель образовательной программы
д-р физ.-мат. наук



М.П. Евстигнеев

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	4
2. Перечень компетенций, уровень сформированности которых оценивается на государственной итоговой аттестации.....	4
3. Программа государственного экзамена.....	8
3.1. Содержание программы государственного экзамена.....	8
3.2. Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен.....	25
3.3. Рекомендации по подготовке к государственному экзамену.....	30
3.4. Порядок проведения государственного экзамена.....	30
3.5. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену.....	32
4. Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения	33
4.1. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе.....	34
4.2. Структура, содержание и объем выпускной квалификационной работы...35	
4.3. Оформление выпускной квалификационной работы.....	35
4.4. Руководство, консультирование и рецензирование при выполнении выпускной квалификационной работы.....	35
4.5. Проверка выпускной квалификационной работы на объем заимствования.....	37
4.6. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы....39	
4.7. Критерии оценки выпускной квалификационной работы.....	40
4.8. Перечень основной и дополнительной литературы.....	41
4. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации.....	43

1. Общие положения

Государственная итоговая аттестация, завершающая освоение основной образовательной программы по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль: Биофизика и биоинформатика), является обязательной.

Цель государственной итоговой аттестации – определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы соответствующим требованиям ФГОС ВО.

Задачи государственной итоговой аттестации:

- систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по направлению подготовки 03.03.02 Физика и применение этих знаний при решении конкретных научных, научно-исследовательских, технических и других задач;
- развитие навыков самостоятельной научной работы и овладение современными методами научного исследования и эксперимента
- подготовка обучающихся по направлению «Физика» к решению профессиональных задач в следующих видах профессиональной деятельности:

Научно-исследовательская деятельность:

- Анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования;
- математическое моделирование,
- участие в планировании и проведении экспериментов по заданной методике, обработка результатов с применением современных информационных технологий и технических средств;
- подготовка и составление обзоров, рефератов, отчетов, научных публикаций и докладов на научных конференциях и семинарах

Государственная итоговая аттестация обучающихся по данной основной образовательной программе проводится в форме:

- государственного экзамена;
- защиты выпускной квалификационной работы (далее – ВКР).

Программа государственной итоговой аттестации (далее – Программа) включает:

- программу государственного экзамена;
- требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения.

2. Перечень компетенций, уровень сформированности которых оценивается на государственной итоговой аттестации

В ходе проведения государственной итоговой аттестации проверяется уровень подготовленности обучающихся к решению профессиональных

задач, уровень сформированности у выпускников, освоивших ООП, совокупности компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, с учетом профиля реализуемой образовательной программы.

В ходе государственного экзамена выпускники должны продемонстрировать владение следующими компетенциями:

Код компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-11	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные

ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	
ПК-1	Способен применять систему фундаментальных знаний для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной деятельности
ПК-2	Способен использовать знание молекулярных основ организации живого организма в профессиональной деятельности
ПК-3	Способен обоснованно выбирать необходимые экспериментальные методы исследования биологических объектов, учитывая физические принципы и особенности работы приборной базы, и анализировать полученные результаты
ПК-4	Способен применять принципы молекулярной генетики в приложениях практических задач генетической инженерии
ПК-5	Способен проводить количественное описание биологических процессов с использованием базовых подходов физической химии
ПК-6	Способен применять знания о химических превращениях биоорганических соединений для изучения процессов, протекающих в живом организме на молекулярном уровне
ПК-7	Способен проводить под научным руководством эксперименты с применением современного оборудования и осуществлять анализ научных данных
ПК-8	Способен применять основные теоретические подходы и расчетные методы квантовой химии для анализа многоэлектронных и многоатомных систем
ПК-9	Владеет методами математической физики в применении к профессиональным задачам

При защите выпускной квалификационной работы выпускники должны продемонстрировать владение следующими компетенциями:

Код компетенции	Содержание компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)
УК-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах

УК-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК-9	Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах
УК-10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК-11	Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК-1	Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные
ОПК-3	Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности
Профессиональные компетенции	
ПК-1	Способен применять систему фундаментальных знаний для идентификации, формулирования и решения проблем в профессиональной деятельности
ПК-2	Способен использовать знание молекулярных основ организации живого организма в профессиональной деятельности
ПК-3	Способен обоснованно выбирать необходимые экспериментальные методы исследования биологических объектов, учитывая физические принципы и особенности работы приборной базы, и анализировать полученные результаты
ПК-4	Способен применять принципы молекулярной генетики в приложениях практических задач генетической инженерии
ПК-5	Способен проводить количественное описание биологических процессов с использованием базовых подходов физической химии
ПК-6	Способен применять знания о химических превращениях биоорганических соединений для изучения процессов, протекающих в живом организме на молекулярном уровне
ПК-7	Способен проводить под научным руководством эксперименты с применением современного оборудования и осуществлять анализ научных данных

ПК-8	Способен применять основные теоретические подходы и расчетные методы квантовой химии для анализа многоэлектронных и многоатомных систем
ПК-9	Владеет методами математической физики в применении к профессиональным задачам

3. Программа государственного экзамена

3.1. Содержание программы государственного экзамена

Б1.О.15 Механика

Элементы кинематики. Представление о свойствах пространства и времени, лежащие в основе классической механики. Физические модели. Системы отсчета. Кинематическое описание движения.

Движение материальной точки по окружности. Скорость и ускорение при криволинейном движении. Нормальное и тангенциальное ускорения. Радиус кривизны траектории. Вращательное движение абсолютно твердого тела и его характеристики. Границы применимости классического способа описания движения.

Динамика материальной точки и поступательного движения абсолютно твердого тела. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Взаимодействие тел. Уравнение движения. Теорема об изменении импульса. Закон сохранения импульса и его связь с однородностью пространства.

Механическая работа и кинетическая энергия, мощность. Связь между кинетическими энергиями в различных системах отсчета. Теорема Кони́га. Консервативные и неконсервативные силы.

Энергия как универсальная мера различных форм движения материи и взаимодействия. Физическое поле как форма материи, осуществляющей силовое взаимодействие между частицами вещества. Потенциальная энергия материальной точки во внешнем силовом поле. Поле центральных сил. Потенциальная энергия системы. Закон сохранения энергии в механике и его связь с однородностью времени. Диссипация энергии.

Графическое представление энергии. Границы движения. Финитность, инфинитность движения. Применение законов сохранения к абсолютно упругому и абсолютно неупругому ударам.

Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела. Момент силы и момент импульса относительно неподвижной точки и неподвижной оси. Теорема площадей. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства.

Кинетическая энергия вращающегося тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Свободные оси. Гироскоп и его практическое применение.

Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение незатухающих колебаний. Математический,

пружинный, физический маятники. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения.

Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Затухающие колебания на примере пружинного маятника. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

Распространение волн в упругой среде. Уравнение бегущей плоской и сферической волн. Фазовая скорость. Волновое уравнение. Принцип суперпозиции. Волновой пакет. Групповая скорость.

Интерференция и дифракция волн. Образование стоячих волн. Уравнение стоячей волны и его анализ. Колебания струны. Эффект Доплера. Звуковые волны. Скорость звуковых волн в газах.

Тяготение. Законы Кеплера и следствия из них. Закон всемирного тяготения. Опыты Кавэндиша и Жолли. Поле тяготения и его характеристики. Потенциальная энергия гравитационного поля. Полная энергия в поле тяготения. Теорема о вириале.

Условия эллиптического, параболического и гиперболического движения. Вычисление параметров орбиты планет. Учет движения Солнца. Применение законов всемирного тяготения к проблеме земной тяжести. Сила тяжести и вес тела. Невесомость. Космические скорости.

Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции при ускоренном поступательном движении. Центробежные силы инерции. Сила Кориолиса и ее влияние на движение тел вблизи земной поверхности. Маятник Фуко.

Гравитационная масса и обобщенный закон Галилея. Принцип эквивалентности гравитационных сил и сил инерции. Гравитационное смещение спектральных линий.

Элементы специальной и частной теории относительности. Преобразования Галилея и механический принцип относительности. Следствия. Основные представления дорелятивистской физики, их ограниченность. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца - Фитцджеральда и выводы из них.

Следствия из преобразований Лоренца. Интервал и его инвариантность по отношению к преобразованиям Лоренца как проявление взаимосвязи пространства и времени. Световой конус.

Элементы релятивистской динамики. Релятивистский импульс, масса. Уравнение движения релятивистской частицы. Релятивистское выражение для кинетической энергии, полная энергия. Связь между массой и энергией. Формула Дирака. Границы применимости классической механики.

Механика жидкости и газа. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости. Закон Архимеда и его применение. Барометрическая формула.

Кинематическое описание движения жидкости. Стационарное течение жидкости и газов. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Истечение жидкостей из отверстия. Формула Торричелли. Стационарное течение жидкости по прямолинейной трубе. Формула Пуазейля.

Вязкость. Законы гидродинамического подобия. Числа Рейнольдса, Фруда, Маха, Струхаля. Турбулентность и гидродинамическая неустойчивость. Парадокс Даламбера. Разрывные течения.

Движение тел в жидкостях и газах. Формула Стокса. Подъемная сила крыла самолета. Эффект Магнуса.

Б1.О.16 Молекулярная физика

Температура. Температура и термодинамическое равновесие. Эмпирические температурные шкалы. Идеально-газовая шкала температур. Международная практическая температурная шкала.

Законы идеальных газов. Уравнение состояния и его следствия для бесконечно малых процессов. Макроскопические параметры.

Первое начало термодинамики. Квазистатические процессы. Макроскопическая работа. Первое начало термодинамики для системы в адиабатной оболочке. Математическая формулировка первого начала термодинамики. Закон Гесса. Теплоемкость.

Внутренняя энергия идеального газа. Закон Джоуля. Уравнение Роберта Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Скорость звука в газах. Уравнение Бернулли. Скорость истечения газа из отверстия.

Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно и теорема Карно.

Термодинамическая шкала температур. Тождественность термодинамической шкалы температур со шкалой идеального газового термометра.

Неравенство Клаузиуса. Энтропия. Закон возрастания энтропии. Обобщение понятия энтропии на неравновесные процессы. Возрастание энтропии при диффузии газов. Парадокс Гиббса.

Термодинамические функции. Термодинамическая теория эффекта Джоуля-Томсона. Максимальная работа и свободная энергия. Общие критерии термодинамической устойчивости. Принцип Ле-Шателье—ауна и устойчивость термодинамического равновесия.

Теплопроводность. Уравнение теплопроводности. Теорема единственности. Принцип суперпозиции температур. Температурные волны. Внешняя теплопередача.

Простейшие вопросы молекулярно-кинетической теории вещества. Давление газа с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Скорости теплового движения газовых молекул. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Распределение энергии по степеням свободы.

Классическая теория теплоемкости идеальных газов. Адиабатическое нагревание и охлаждение газов с точки зрения молекулярно-кинетической теории. Классическая теория теплоемкости твердых тел (кристаллов). Недостаточность классической теории теплоемкостей, понятие о квантовой теории.

Статистические распределения. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Средние скорости молекул.

Принцип детального равновесия. Опытная проверка распределения скоростей Максвелла.

Закон распределения Больцмана. Работы Перрена по определению постоянной Авогадро. Распределение Больцмана и атмосферы планет.

Энтропия и вероятность. Флуктуации. Метод наиболее вероятного распределения в статистике Больцмана. Статистика Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Теорема Нернста. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.

Явления переноса в газах. Средняя длина свободного пробега. Эффективное сечение. Ослабление пучка молекул в газе. Самодиффузия в газах. Связь диффузии с подвижностью частицы. Концентрационная диффузия в газах.

Броуновское движение как процесс диффузии. Термическая диффузия в газах. Явления в разреженных газах. Молекулярное течение ультраразряженного газа через прямолинейную трубу.

Реальные газы. Молекулярные силы и отступления от законов идеальных газов. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Уравнение Дитеричи. Изотермы газа Ван-дер-Ваальса. Изотермы реального газа. Правило Максвелла. Непрерывность газообразного и жидкого состояний вещества. Свойства вещества в критическом состоянии.

Поверхностное натяжение. Термодинамика поверхностного натяжения. Формула Лапласа. Капиллярно-гравитационные волны малой амплитуды.

Фазовые равновесия и фазовые превращения. Растворы. Фазы и фазовые превращения. Условия равновесия фаз химически однородного вещества. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Испарение и конденсация. Плавление и кристаллизация. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Тройные точки. Диаграммы состояния.

Кипение и перегревание жидкости. Зависимость давления насыщенного пара от кривизны поверхности жидкости. Метастабильные состояния. Фазовые превращения второго рода. Конвективная устойчивость жидкостей и газов

Растворимость тел. Осмос и осмотическое давление. Закон Рауля. Повышение точки кипения и понижение точки замерзания раствора. Правило фаз. Диаграммы состояния бинарных смесей.

Симметрия и строение кристаллов. Симметрия тел. Кристаллические решетки. Кристаллические системы. Пространственные группы и кристаллические классы кристаллов. Миллеровские индексы и индексы направлений. Решетки химических элементов и соединений.

Дефекты в кристаллах. Точечные дефекты - вакансии и дислоцированные атомы, комплексы вакансий, бивакансии, краудины. Линейные дефекты - краевые и винтовые дислокации. Энергия дислокаций.

Поверхностные дефекты - дефекты упаковки и двойники. Объемные дефекты.

Б1.О.17 Электричество и магнетизм

Электростатика. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции полей и его применения.

Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме.

Электрическое поле в диэлектрической среде. Поляризация диэлектриков. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в среде. Условия для электростатического поля на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.

Проводники в электрическом поле. Распределение зарядов в проводнике. Емкость. Конденсаторы.

Энергия электрического поля. Плотность энергии электрического поля. Пондеромоторные силы.

Постоянный электрический ток. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Законы Ома и Ленца-Джоуля в дифференциальной и интегральной формах. Закон Видемана-Франца.

Разность потенциалов, напряжение, эдс. Правила Кирхгофа и их применения. Затруднения классической теории электропроводности металлов.

Электрический ток в газах. Несамостоятельный и самостоятельный газовые разряды. Тлеющий разряд. Плазма. Дебаевский радиус.

Электрический ток в вакууме. Законы Богуславского-Ленгмора и Ричардсона-Догимана.

Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза.

Электромагнетизм. Магнитное поле тока. Инвариантность потока вектора напряженности электрического поля. Преобразование полей. Относительный характер электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля.

Магнитное поле одиночного движущегося заряда. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа.

Закон полного тока. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля в вакууме. Работа перемещения проводника с током в магнитном поле.

Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Ускорители заряженных частиц. β - и масс-спектрометры. Эффект Холла.

Действие магнитного поля на проводник и рамку с током.

Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции.

Взаимная индукция. Самоиндукция. Энергия и плотность энергии электромагнитного поля.

Токи при замыкании и размыкании электрической цепи.

Магнитное поле в веществе. Магнитный момент атома. Типы магнетиков. Элементарная теория диамагнетизма. Парамагнетизм. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.

Ферромагнетизм. Кривая намагничивания. Петля гистерезиса. Условия

для магнитного поля на границе раздела двух изотропных сред.

Основы теории Максвелла. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла. Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Вектор Умова – Пойтинга.

Электромагнитные колебания и волны. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре (незатухающие и затухающие). Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Законы Кирхгофа для переменного тока

Электромагнитные волны. Энергия электромагнитных волн. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела диэлектрических сред. Скин - эффект. Эффект Доплера. Излучение электромагнитных волн дипольной антенной.

Б1.О.18 Оптика

Предмет оптики. Основные законы оптики. Эволюция представлений о природе света. Главнейшие этапы развития оптических теорий.

Фотометрические понятия и единицы. Яркость и освещенность оптического изображения. Восприятие света глазом.

Интерференция света. Когерентность. Интерференция волн. Осуществление когерентных волн в оптике. Классические интерференционные опыты. Влияние размеров источников света. Пространственная когерентность. Влияние монохроматичности света.

Локализация полос интерференции. Цвета тонких пластинок. Кольца Ньютона. Интерференция в тонких пластинах и пленках. Полосы равного наклона. Интерференционные приборы (Жамена, Майкельсона) и применение интерференции.

Дифракция света. Дифракция в параллельных лучах. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера от щели. Влияние ширины щели на дифракционную картину. Влияние размеров источника света.

Дифракция на двух щелях. Дифракционная решетка. Дифракция на многомерных структурах. Дифракция рентгеновских лучей.

Голография. Голографирование плоской и сферической волн. Получение увеличенных изображений. Голограммы Фурье. Разрешающая способность голографических систем. Объемные голограммы (метод Денисюка).

Поляризация света. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. Нахождение обыкновенных и необыкновенных лучей в одноосных кристаллах. Двуосные кристаллы. Поляризационные приборы.

Интерференция поляризованных лучей. Эллиптическая и круговая поляризация. Кристаллическая пластинка между двумя поляризаторами. Искусственное двойное лучепреломление. Двойное лучепреломление в

электрическом поле. Вращение плоскости поляризации. Магнитное вращение плоскости поляризации.

Молекулярная оптика. Дисперсия света. Основы теории дисперсии. Поглощение света. Ширина спектральных линий и затухание излучения.

Вращение плоскости поляризации в кристаллах и в аморфных веществах. Сахариметрия. Теория вращения плоскости поляризации. Магнитное вращение плоскости поляризации.

Явление Зеемана. Элементарная теория явления Зеемана. Аномальный эффект Зеемана. Обратный эффект Зеемана. Явление Штарка.

Действие света. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Гипотеза световых квантов. Внутренний фотоэффект.

Явление Комптона. Сущность явления Комптона и его законы. Теория явления Комптона. Эффект Доплера.

Давление света. Экспериментальное изучение давления света. Давление света в рамках теории фотона.

Тепловое излучение. Законы теплового излучения. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучение нечерных тел. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула излучения Планка.

Лазеры, нелинейная оптика. Излучение электромагнитных волн совокупностью когерентных источников. Поглощение и усиление излучения, распространяющегося в среде. Принцип действия оптического квантового генератора. Гелий-неоновый лазер непрерывного действия.

Б1.О.19 Атомная физика

Развитие атомистических представлений. Порядки величин расстояний и энергии для атомно-молекулярных и ядерных процессов. Специфика законов микромира. Периодические свойства атомов. Закономерности в атомных спектрах и комбинационный принцип. Ядерная модель атома.

Развитие квантовых представлений. Квантование энергии вещества и энергии излучения. Постулаты Бора о стационарных состояниях и о частотах излучения при квантовых переходах. Объяснение комбинационного принципа и опыта Франка и Герца. Модель атома Бора.

Принцип соответствия и его применение к атому водорода. Правила квантования Бора-Зоммерфельда. Магнитные свойства атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин.

Корпускулярно-волновой дуализм. Корпускулярные свойства излучения. Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронов атомов, молекул, нейтронов. Свойства волн Луи де Бройля. Необходимость вероятностной интерпретации квантовых явлений.

Квантовомеханическое описание атомных систем. Понятие квантового состояния и его характеристика при помощи волновой функции. Вероятностная интерпретация волновой функции. Отличие квантовомеханического и классического описания движения. Принцип суперпозиции.

Соотношение неопределенностей. Временное и стационарное уравнения Шредингера. Правила отбора.

Простейшие одномерные задачи квантовой механики. Прямоугольная потенциальная яма и гармонический осциллятор. Прямоугольный потенциальный барьер. Туннельный эффект. Уровни энергии при двух и многих минимумах потенциальной энергии.

Квантовая механика системы тождественных частиц. Симметричные и несимметричные волновые функции. Бозоны и фермионы. Понятие о распределении Бозе-Эйнштейна и о распределении Ферми-Дирака. Принцип Паули.

Атом водорода. Свойства центрально-симметричных систем. Уровни энергии и квантовые числа. Вырождение. Вид волновых функций и распределение плотности вероятности. Спектры атома водорода и водородоподобных атомов. Спинорбитальное взаимодействие и тонкая структура. Сверхтонкая структура.

Многоэлектронные атомы. Приближенная характеристика отдельных электронов квантовыми числами n и l . Понятие об электронной конфигурации. Электронные оболочки атома и их заполнение. Физическое объяснение периодического закона. Взаимодействия электронов в многоэлектронных атомах.

Рентгеновские и рентгеноэлектронные спектры и их природа. Уровни энергии и спектр атома гелия. Векторное сложение угловых моментов и типы связи. Правила Хунда.

Строение и свойства молекул. Виды движения в молекуле. Адиабатическое приближение. Кривые и поверхности потенциальной энергии. Равновесная конфигурация молекулы. Форма и размеры молекул, симметрия их равновесных конфигураций. Электронные состояния молекул. Электронные оболочки и химическая связь в двухатомных и многоатомных молекулах. Направленная валентность. Спектры молекул.

Атомы и молекулы во внешних полях. Эффект Зеемана. Эффект Пашена-Бака. Магнитный резонанс. Электронный парамагнитный резонанс. Ядерный магнитный резонанс. Электрический резонанс.

Квантовые свойства твердых тел. Периодичность потенциала и одноэлектронных волновых функций для кристаллической решетки. Образование зон. Возбужденные электронные состояния кристалла и понятие об электронах. Колебательные состояния кристалла и понятие о фотонах.

Заполнение энергетических зон. Зонные модели металлов, полупроводников, диэлектриков. Проводимость твердых тел. Собственная и примесная проводимости. Полупроводниковый диод. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.

Элементарные процессы в газах и плазме. Процессы возбуждения, ионизации, диссоциации, рекомбинации, перезарядки. Типы взаимодействий в плазме. Установление равновесия в газах и плазме.

Неравновесное излучение. Типы неравновесного излучения.

Люминесценция. Спонтанное и вынужденное излучения. Условия возникновения генерации в лазерах и мазерах.

Б1.О.20 Физика атомного ядра и элементарных частиц

Основные характеристики атомного ядра и его состав.

Характеристика протона и нейтрона. Изотопы. Изобары, изомеры. Стабильные и радиоактивные ядра. Спин и магнитный момент ядра. Электрический дипольный и квадрупольный момент ядра. Квантовомеханическое описание ядерных состояний. Чётность волновой функции. Свойства симметрии волновых функций для тождественных частиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули.

Модели атомных ядер. Капельная модель, модель Ферми газа, оболочечная модель, обобщённая модель. Физическое обоснование оболочечной модели ядра. Сильное спин–орбитальное взаимодействие. Объяснение спинов и чётностей состояний ядер в модели оболочек. Одночастичные состояния и понятие о многочастичной модели оболочек. Вращательные и колебательные состояния ядер.

Дефект массы и энергия связи ядер. Полуэмпирическая формула для энергии связи ядер: поправки на поверхностную энергию, на квантовый характер ядерных частиц и на их спин. Магические числа.

Природа и свойства ядерных сил. Электрическое поле ядра и ядерные силы. Обменный характер ядерных сил. Мезонная теория ядерных сил.

Радиоактивность. Типы радиоактивного излучения. Естественная радиоактивность и радиоактивные семейства. Правила радиоактивного смещения. Статистический характер распада. Закон радиоактивного распада. Радиоактивное равновесие и единицы радиоактивности. Искусственная радиоактивность. Дозиметрия ионизирующих излучений. Единицы дозы.

α -распад. Применение уравнения Шрёдингера для описания α -распада. Энергетический спектр α -излучения. Туннельный эффект. Определение размеров ядер по данным α -распада.

β -распад. Виды β -распада. Гипотеза о нейтрино и энергетический спектр β -излучения. Разрешённые и запрещённые β -переходы. Несохранение чётности при β -распаде.

γ -излучение ядер. Электрические и магнитные переходы. Правила отбора по моменту и чётности для γ -переходов. Вероятности переходов для различных мультиполей. Внутренняя конверсия. Ядерная изомерия. Эффект Мессбауэра.

Ядерные взаимодействия. Величины, характеризующие ядерные взаимодействия. Законы сохранения при ядерных взаимодействиях. Два типа ядерного взаимодействия – ядерные столкновения и ядерные реакции.

Ядерные реакции. Общие закономерности ядерных реакций. Законы сохранения в ядерных реакциях. Классификация ядерных реакций. Механизм

ядерных реакций. Модель составного ядра. Резонансные ядерные реакции. Формула Брайта-Вигнера. Прямые ядерные реакции и их использование для определения квантовых характеристик ядерных состояний.

Ядерные реакции под действием нейтронов. Зависимость вида реакции от энергии нейтрона. Ядерные реакции под действием протонов и дейтронов, реакции срыва. Ядерные реакции под действием α -частиц, лёгких ионов и многозарядных ионов. Фотоядерные реакции и их особенности.

Реакции деления ядер. Элементарная теория деления. Спонтанное деление. Вынужденное деление ядер тяжёлых элементов под действием нейтронов. Цепная реакция и условия ее поддержания. Энергия, выделяющаяся при делении.

Принципиальное устройство и физические основы работы ядерного реактора. Реакторы на медленных, быстрых и промежуточных нейтронах; гомогенные и гетерогенные реакторы. Ядерная энергетика.

Термоядерные реакции. Основные физические условия осуществления цепной реакции термоядерного синтеза. Элементарная физика плазмы: движение заряженных частиц в плазме; излучение плазмы; плазма в магнитном поле; методы диагностики плазмы. Основные направления в осуществлении управляемого термоядерного синтеза.

Взаимодействие ядерного излучения с веществом и методы регистрации ядерных излучений. Взаимодействие заряженных частиц и нейтронов с веществом. Замедление нейтронов. Прохождение γ -излучения через вещество. Зависимость эффективных сечений основных механизмов взаимодействия γ -квантов от их энергии и от свойств вещества. Излучение Вавилова-Черенкова.

Элементарные частицы. Космическое излучение. Первичные и вторичные космические лучи. Гипотезы происхождения. «Мягкая» и «жесткая» компоненты вторичного космического излучения, их природа. Прохождение космического излучения через атмосферу. Радиационные пояса Земли.

Элементарных частицы. Классификация элементарных частиц. Лептоны, адроны, калибровочные бозоны. Частицы и античастицы, явление аннигиляции. Механизмы взаимодействия в мире элементарных частиц. Диаграммы Фейнмана. Законы сохранения, регулирующие превращения частиц.

Классификация взаимодействий. Электромагнитное взаимодействие. Основные квантово-электродинамические процессы. Электромагнитные процессы с участием адронов.

Сильные взаимодействия и структура адронов. Кварки и глюоны. Кварковая структура мезонов и барионов. Новая квантовая характеристика кварков и глюонов – цвет. Основные процессы с участием адронов.

Слабые взаимодействия. Универсальность слабого взаимодействия. Носители слабого взаимодействия – промежуточные бозоны. Модель Вайнберга-Салама. Основные типы превращений элементарных частиц, вызванные слабым взаимодействием.

Дискретные симметрии C , P , T и теорема СРТ. Изотопическая и цветная симметрия. Калибровочная инвариантность как принцип построения полевых теорий элементарных частиц. Проблема построения единой теории слабых, электромагнитных и сильных взаимодействий.

Б1.В.ДВ.12.01 Теоретическая механика.

Предмет классической механики. Основные понятия и модели классической механики.

Принцип виртуальных перемещений. Виртуальные перемещения. Вариации координат и функций. Обобщенные координаты. Задание движения точки в обобщенных координатах. Принцип Даламбера. Уравнение Лагранжа. Принцип виртуальных работ. Принцип Даламбера. Выражение обобщенных сил через проекции сил на неподвижные оси декартовой системы координат.

Функция Лагранжа. Примеры построения функции Лагранжа: свободная материальная точка, система свободных материальных точек.

Уравнения Лагранжа для потенциальных и не потенциальных сил. Инвариантность уравнений Лагранжа по отношению к переходам в неинерциальные системы отсчета. Сила Кориолиса. Принцип наименьшего действия.

Законы сохранения и симметрии пространства и времени. Первые интегралы движения. Функция Гамильтона системы. Законы сохранения, соответствующие фундаментальным симметриям: энергия, импульс, момент импульса. Канонические уравнения Гамильтона. Формализм Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона. Эквивалентность лагранжевого и гамильтонового формализма. Функция Рауса.

Скобки Пуассона и их алгебраические свойства. Фундаментальные скобки Пуассона. Связь скобок Пуассона с первыми интегралами движения. Интегрирование уравнений движения. Движение в однородном поле. Случай одной степени свободы. Период как функция энергии. Проблема двух тел. Сведение проблемы к эквивалентной задаче для одного тела. Приведенная масса.

Движение в центральном поле. Уравнения движения и первые интегралы. Качественный анализ траекторий движения и их параметров. Кеплерова задача. Параметрическое уравнение. Законы Кеплера. Расчет скорости в различных точках орбиты.

Движение частиц в кулоновском поле силы отталкивания. Рассеяние частиц. Формула Резерфорда.

Малые колебания механических систем. Свободные одномерные колебания. Малые колебания систем с несколькими степенями свободы. Нормальные координаты.

Вынужденные колебания. Резонанс. Вынужденные колебания с учетом трения.

Затухающие колебания. Диссипативная функция. Ангармонические колебания. Случай разложения функции Лагранжа (потенциальной энергии) до членов третьего порядка. Затухающие колебания с несколькими степенями свободы.

Движение твердого тела. Угловая скорость. Эйлеровы углы. Кинематические уравнения Эйлера.

Тензор инерции. Главные оси инерции. Приведение тензора инерции к диагональному виду. Эллипсоид инерции. Момент импульса, его представление через составляющие тензора инерции. Выражение кинетической энергии через составляющие тензора инерции.

Уравнения вращательного движения тела. Динамические уравнения Эйлера. Уравнения движения тела с полюсом в любой точке.

Основы механики сплошных сред. Предмет и методы механики сплошных сред. Основные гипотезы. Элементы тензорного исчисления.

Теория деформаций. Теоремы Стокса и Гаусса – Остроградского.

Уравнения неразрывности. Уравнения движения сплошной среды.

Идеальные жидкость и газ. Линейно упругое тело и линейная вязкая жидкость.

Б1.О.22 Электродинамика

Введение. Операции векторного анализа. Интегральные и дифференциальные формулы векторного анализа. Уравнение силовых линий. Дельта-функция Дирака и примеры ее применения.

Фундаментальные взаимодействия. Взаимодействие в механике и электродинамике.

Векторы электрического и магнитного полей. Классификация сред. Графическое изображение полей.

Основные уравнения электродинамики. Уравнения Максвелла. Уравнение непрерывности. Закон Ома в дифференциальной форме.

Векторный и скалярный потенциалы. Условие Лоренца. Уравнение для потенциалов. Калибровочная инвариантность. Индукция магнитного поля $\mathbf{B}$ и векторный потенциал $\mathbf{A}$. Векторный потенциал и квантовая механика.

Проводники и диэлектрики в свете уравнений Максвелла. Классификация электромагнитных явлений. Уравнения Максвелла и сторонние токи.

Условия на границе раздела сред. Полная система граничных условий. Граничные условия на поверхности идеального проводника. Физическая сущность граничных условий.

Электромагнитное поле. Энергия электромагнитного поля. Баланс и плотность энергии электромагнитного поля. Скорость распространения электромагнитной энергии.

Электромагнитные волны. Волновые уравнения. Решения уравнений Максвелла в пустом пространстве. Волны в вакууме. Плоские, трехмерные,

сферические волны.

Решения уравнений Максвелла с токами и зарядами. Свет и электромагнитные волны. Сферические волны от точечного источника. Поля колеблющегося диполя. Потенциалы движущегося заряда, общее решение Льенара и Вихерта. Потенциалы заряда, движущегося с постоянной скоростью; формула Лоренца.

Специальная теория относительности. Постулаты СТО. Преобразования Лоренца. Интервал между событиями и его инвариантность. Относительность одновременности. Относительность длин в различных ИСО. Длительность событий в различных СО.

Динамика СТО. Основной закон релятивистской механики материальной точки. Релятивистское выражение для кинетической энергии. Взаимосвязь массы и энергии. Энергия связи системы.

Понятие об общей теории относительности. Принцип эквивалентности. Астрофизика.

Четырехмерное представление кинематики и динамики СТО. Мироздание. Преобразования Лоренца для 4-вектора. Релятивистская функция действия для свободной частицы. 4-вектор импульса для свободной частицы. Связь между импульсом и энергией.

Релятивистская электродинамика. Функция действия для электрического заряда в пространстве-времени. 4-вектор потенциала электромагнитного поля. Функция Лагранжа в электромагнитном поле. Импульс и энергия электрона в электромагнитном поле. Функция Гамильтона в электромагнитном поле. Дифференциальные уравнения движения электрона в пространстве-времени. Тензор электромагнитного поля. Матрица тензора электромагнитного поля. Закон сохранения энергии электрона в электромагнитном поле. Релятивистское преобразование полей. Инварианты электромагнитного поля. Преобразования Лоренца для проекций векторов $\mathbf{E}$ и $\mathbf{B}$. 4-вектор плотности тока. Четырехмерная форма уравнений Максвелла.

Энергия поля точечного заряда. Импульс поля движущегося заряда. Электромагнитная масса.

Б1.О.23 Квантовая теория

Введение. Ранняя квантовая теория. Основные этапы создания строгой квантовой теории.

Основные определения и понятия квантовой физики. Квантовая система, квантовое состояние. Принцип соответствия. Волновая функция и её статистическое толкование (Постулат 1). Принцип суперпозиции состояний. Волна Л. де Бройля, волновой пакет (Дельта-функция П. Дирака). Квантовый ансамбль. Соотношение неопределенностей. Принцип дополнительности. Редукция волнового пакета. Опыты Штерна-Герлаха.

Квантовые средние значения физических величин. Операторы координаты и импульса. Операторы наблюдаемых (линейные эрмитовы операторы) (Постулат 2). Пространство Гильберта и его основные свойства. Функции от операторов. Собственные функции и собственные значения

линейных эрмитовых операторов. Ортонормированный базис. Полное описание состояния и полная система коммутирующих операторов наблюдаемых величин. Число степеней свободы квантовой системы. Соотношение неопределенностей. Минимизирующие волновые пакеты.

Чистые и смешанные состояния. Матрица плотности и её свойства. Выражение среднего значения наблюдаемой через матрицу плотности. Редукция волнового пакета (проекторный постулат).

Эволюция состояний со временем (вторая группа постулатов). Постулат 3 - волновое уравнение (уравнение Шрёдингера). Уравнение непрерывности (плотность тока вероятности). Построение квантового Гамильтониана на основе классического. Стационарные состояния и их свойства. Задача о потенциальной яме конечной глубины. Интегралы движения. Эволюция состояний, описываемых матрицей плотности. Оператор эволюции и его свойства. "Представление" Шрёдингера, Гейзенберга и взаимодействия.

Понятие о векторе состояния системы (пространство векторов состояния П. Дирака). Представление векторов состояния. Базисные операторы. Секулярное уравнение, эквивалентность решения уравнения на собственные значения и диагонализации матрицы оператора (метод канонических преобразований). Преобразования векторов состояния и операторов при переходе от одного базиса к другому. Свойства унитарных преобразований.

Гармонический осциллятор. Операторы рождения и уничтожения и их свойства. Выражение гамильтониана осциллятора через операторы рождения и уничтожения, его собственные функции и собственные значения. Представление чисел заполнения.

Соотношение квантовой и классической теории. Теорема Эренфеста. Предельный переход от квантовой механики к классической. Квазиклассическое приближение (приближение Вентцеля-Крамерса-Бриллюэна). Правило квантования Бора-Зоммерфельда.

Приближенные методы квантовой механики. Теория возмущений. Возмущения не зависящие от времени. Эффект Штарка.

Оператор момента импульса. Его собственные функции и значения. Свойства сферических функций. Угловой момент. Повышающий и понижающий операторы и их свойства. Спин. Матрицы Паули. Матричное представление операторов. Спиноры. Правила сложения угловых моментов. Коэффициенты Клебша-Гордана.

"Задача двух тел". Движение частицы в центральном потенциальном поле сил. Атом водорода. Волновые функции и значения энергии стационарных состояний атома водорода. Квантовые числа и их физический смысл.

Прямой вариационный метод (метод Ритца). Расчет энергий и волновых функций состояний атома водорода и гармонического осциллятора вариационным методом.

Квантовая теория систем, состоящих из одинаковых частиц. Принцип тождественности. Свойства волновой функции системы

невзаимодействующих частиц. Принцип запрета Паули. Фермионы и бозоны. Обменное вырождение. Система из двух частиц со спином. Схемы Юнга.

Атом гелия. Пара- и ортогелий. Обменный интеграл.

Многоэлектронные атомы. Приближение центрального поля. Оболочечная модель атома и статистический метод (Томаса-Ферми).

Квантовая теория молекул. Уравнение Шрёдингера для молекулы (адиабатическое приближение). Ядерная и электронная задачи для молекулы. Молекула водорода. Метод Гайтлера-Лондона (вариационный метод). Энергия химической связи.

Теория рассеяния (теория столкновений). Одномерное движение (рассеяние на потенциальном барьере). Туннельный эффект. Стационарная теория рассеяния. Амплитуда рассеяния и эффективное дифференциальное сечение рассеяния. Уравнение для амплитуды рассеяния. Борновское приближение.

Теория квантовых переходов. Квантовые переходы под влиянием внешнего возмущения, зависящего от времени. Возмущение. Вероятность перехода из одного состояния в другое.

Ограниченность нерелятивистской квантовой теории. Уравнение П. Дирака для свободной частицы

Б1.О.24 Термодинамика. Статистическая физика.

Введение. Краткий очерк развития термодинамики и молекулярно-кинетической теории.

Основные законы и методы термодинамики. Термодинамическая система. Термодинамические параметры. Постулаты термодинамики. Внутренняя энергия системы. Энергообмен; работа и теплота.

Уравнения состояния (калорическое и термические) системы. Число степеней свободы термодинамической системы. Примеры уравнений состояния. Термические коэффициенты и связь между ними.

Первое начало термодинамики и его уравнение. Теплоемкость и её свойства как функции процесса. Связь между теплоемкостями в изопроцессах. Уравнение Р. Майера. Уравнения основных термодинамических процессов. Дифференциальное уравнение политропы для простой системы в различных переменных. Связь модулей упругости с теплоемкостями.

Второе начало термодинамики. Неравноправность превращения теплоты в работу и работы в теплоту. Обратимые (квазистатические) и необратимые процессы. Принцип адиабатной недостижимости и второе начало термодинамики для равновесных процессов. Существование однозначной функции состояния - энтропии и термодинамическая температура (термодинамическая шкала температур). Математическое обоснование существования энтропии. Равенство Клаузиуса, как интегральное уравнение второго начала для равновесных круговых процессов. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов. Теорема Гиббса об энтропии газовой смеси (Парадокс Гиббса).

Второе начало термодинамики для неравновесных процессов. Неравенство Клаузиуса для неравновесного кругового процесса и его физический смысл. Основное уравнение и основное неравенство термодинамики. Первая и вторая теоремы С. Карно. Идеальная тепловая машина и к.п.д. цикла Карно. Пределы применимости второго начала термодинамики.

Третье начало термодинамики. Некоторые следствия третьего начала термодинамики (недостижимость 0 К, поведение термических коэффициентов при $T \rightarrow 0$ К, вычисление энтропии и поведение теплоемкостей при $T \rightarrow 0$ К, вырождение идеального газа).

Методы термодинамики. Случаи использования метода термодинамических потенциалов для простых систем. Характеристические функции для независимых переменных: $S, V; V, T; T, p; S, p$ и др.

Свободная энергия Гельмгольца и энергия Гиббса. Энтальпия и внутренняя энергия.

Производные термодинамических потенциалов и их физический смысл. Процесс Джоуля-Томсона и сжижение газов. Соотношения взаимности Максвелла. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Термодинамические потенциалы сложных систем.

Термодинамические потенциалы систем с переменным числом частиц. Химический потенциал и его физический смысл. Большой термодинамический потенциал. Уравнение Гиббса-Дюгема.

Условия равновесия и устойчивости термодинамических систем. Общие условия равновесия и устойчивости.

Условия равновесия двухфазной однокомпонентной системы. Условие устойчивости равновесия однородной системы. Общие условия термодинамического равновесия и устойчивости однородной системы. Принцип Ле-Шателье-Брауна.

Равновесие в гомогенной системе. Условие химического равновесия (закон действующих масс, константа химического равновесия). Равновесие в неидеальных системах.

Равновесие в гетерогенной системе. Условие равновесия гетерогенной системы. Правило фаз Гиббса. Термодинамические степени свободы гетерогенной системы. Кривые равновесия фаз. Тройная точка. Равновесие бинарных систем. Основное уравнение теории равновесия бинарных систем.

Роль поверхностных эффектов в образовании новой фазы. Коэффициент поверхностного натяжения. Лапласово давление. Метастабильные состояния однородной системы при фазовых переходах первого рода. Зародыши новой фазы. Критический радиус для наступления конденсации пара.

Фазовые переходы. Классификация фазовых переходов. Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Зависимость давления насыщенного пара над конденсированной фазой от температуры.

Фазовые переходы второго рода. Уравнение Эренфеста. Особенности

термодинамики сверхпроводящего перехода в отсутствие магнитного поля и при его наличии.

Критические явления. Критерии устойчивости критического состояния и их анализ. Закритические явления.

Основные положения статистической физики. Микроскопические и макроскопические состояния многочастичной системы. Основная задача статистической физики. Описание движения в классической механике. Канонические уравнения движения. Консервативные системы. Интегралы движения. Скобки Пуассона. Статистический ансамбль. Фазовая плотность вероятности и её нормировка. Теорема (уравнение) Лиувилля.

Микроканонический ансамбль. Постулат о равной априорной вероятности любого микросостояния равновесной изолированной системы и микроканоническое распределение. Энтропия (статистическое определение).

Каноническое распределение. Статистический интеграл системы. Свободная энергия Гельмгольца. Внутренняя энергия статистической системы. Конфигурационный интеграл и конфигурационное распределение. Расчет энтропии через каноническое распределение.

Большое каноническое распределение. Большой статистический интеграл и большой термодинамический потенциал. Термодинамическая эквивалентность канонических распределений Гиббса.

Основы квантовой статистики. Описание квантовых систем. Оператор (матрица) плотности. Эволюция матрицы плотности со временем (уравнение Неймана). Квантовое микроканоническое распределение. Статистическая сумма. Квантовое большое каноническое распределение. Классический предел квантовой статистики.

Классический одноатомный идеальный газ. Распределение Максвелла-Больцмана. Статистический интеграл, энергия Гельмгольца идеального газа. Уравнения состояния, энтропии и химического потенциала.

Квантовые одноатомные идеальные газы. Две квантовые статистики (распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака). Большой термодинамический потенциал квантовых идеальных газов. Термические уравнения состояния квантовых идеальных газов.

Слабо вырожденные квантовые газы. Сильно вырожденный электронный газ. Вырожденный Бозе газ. Бозе-Эйнштейновская конденсация.

Метод Боголюбова. Цепочка интегро-дифференциальных уравнений Боголюбова для равновесных функций распределения.

Теория классических неидеальных систем. Метод Боголюбова в теории газов.

Осциллятор и ротатор в термостате. Теория теплоемкости двухатомных газов. Статистическая теория равновесного излучения. Закон Дюлонга-Пти. Теория Эйнштейна и Дебая теплоемкости твёрдого тела.

Теория равновесных флуктуаций. Вычисление флуктуаций методом Гиббса. Критическая опалесценция. Вычисление флуктуаций методом функций распределения. Квазiterмодинамическая теория флуктуаций.

Основы неравновесной термодинамики. Локальное

термодинамическое равновесие и основное уравнение термодинамики неравновесных процессов. Производство энтропии. Уравнения баланса и законы сохранения. Потоки и термодинамические силы. Производство энтропии при химических реакциях в системе.

Термодинамика линейных необратимых процессов. Соотношения взаимности Онзагера. принцип Кюри. Вариационные принципы термодинамики необратимых процессов. Вариационный принцип Онзагера.

Случайные величины и процессы. Марковские процессы. Уравнение Смолуховского. Уравнение Фоккера-Планка. Диффузия броуновской частицы (Соотношение Эйнштейна).

Цепочка уравнений Боголюбова для неравновесных функций распределения классических систем. Иерархия временных масштабов и сокращенное описание неравновесной системы на различных этапах её эволюции.

Кинетическое уравнение Больцмана. Интеграл столкновений и его свойства. Инварианты столкновений. Методы решения кинетического уравнения Больцмана (релаксационное приближение).

3.2. Перечень вопросов, выносимых на государственный экзамен

1. Кинематика поступательного и вращательного движения. Системы отсчета. Уравнение движения. Кинематические величины. Ускорение при криволинейном движении. Формальная аналогия между скоростью и ускорением. Годограф скорости.

2. Динамика поступательного движения. Виды взаимодействий. Сила. Масса тела. Центр масс системы материальных точек. Закон сохранения импульса для материальной точки и системы материальных точек. Движение тел с переменной массой. Теорема о движении центра масс.

3. Поле сил. Потенциальные и непотенциальные поля. Силы консервативные и диссипативные. Консервативность сил тяжести. Поле центральных сил. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и действующей силой. Понятие градиента.

4. Динамика вращательного движения абсолютно твердого тела. Момент силы и момент импульса Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Закон сохранения момента импульса и его связь с изотропностью пространства. Кинетическая энергия вращающегося тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Свободные оси. Гироскоп и его практическое применение.

5. Механические колебания и волны. Гармонические колебания. Дифференциальное уравнение незатухающих колебаний. Математический, пружинный, физический маятники. Энергия гармонических колебаний. Сложение гармонических колебаний. Фигуры Лиссажу. Биения. Затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность. Затухающие колебания на примере пружинного маятника. Вынужденные колебания. Амплитуда и фаза вынужденных колебаний. Резонанс.

6. Механика жидкости и газа. Основные уравнения равновесия и движения жидкостей. Гидростатика несжимаемой жидкости. Барометрическая формула. Кинематическое описание движения жидкости. Стационарное течение жидкости и газов. Уравнение неразрывности. Уравнение Бернулли. Формула Торричелли. Движение тел в жидкостях и газах. Формула Стокса.

7. Преобразования Лоренца. Длина предметов в различных инерциальных системах отсчета. Время в различных инерциальных системах отсчета. Закон сложения скоростей в СТО. Динамика СТО. Взаимосвязь энергии с массой, формула Эйнштейна. Связь импульса с полной кинетической энергией, формула Дирака. Взаимосвязь импульса с кинетической энергией.

8. Постулаты ОТО: общий принцип относительности и принцип эквивалентности. Пространство и время в неинерциальных системах отсчета и в поле тяготения. Гравитационный радиус, гравитационный коллапс, сфера Шварцшильда. Экспериментальные подтверждения ОТО: вращение перигелия Меркурия, отклонение лучей света в поле тяготения, красное-голубое смещения.

9. Второй закон термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно и его КПД. Неравенство Клаузиуса. Энтропия и термодинамическая вероятность. Формула Больцмана. Основное уравнение термодинамики. Термодинамические потенциалы. Критерии устойчивости термодинамической системы. Третий закон термодинамики. Флуктуации. Статистический смысл второго начала термодинамики.

10. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов (уравнение Клаузиуса, уравнение Больцмана). Закон Дальтона. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Внутренняя энергия идеального газа. Закон Дюлонга и Пти. Закон Неймана-Коппа. Классическая теория теплоемкости. Уравнение Роберта-Майера. Недостатки классической теории теплоемкости.

11. Распределение скоростей молекул газа. Закон распределения скоростей Максвелла. Принцип детального равновесия. Закон распределения Больцмана. Энтропия и вероятность. Метод наиболее вероятного распределения в статистике Больцмана. Статистика Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Теорема Нернста. Квантовая теория теплоемкости Эйнштейна.

12. Реальные газы. Силы Ван-дер-Ваальса. Изотермы Ван-дер-Ваальса и Эндрюса. Метастабильные состояния: пересыщенный пар и перегретая жидкость. Критическое состояние, критические параметры. Равновесие жидкости и насыщенного пара. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона.

13. Строение кристаллов. Внутрикристаллические силы. Физические типы кристаллических решеток. Пространственная решетка. Миллеровские индексы. Классификация кристаллов. Классификация дефектов в кристаллах. Реальные кристаллы. Блочная структура. Дислокации. Контур и вектор Бюргерса. Механические свойства твердых тел. Физические процессы при деформации. Пластическая деформация. Движение дислокаций.

Генерирование дислокаций. Источник Франка-Рида.

14. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электрического поля. Принцип суперпозиции полей и его применения. Энергия и плотность энергии электрического поля. Теорема Остроградского-Гаусса для электростатического поля в вакууме.

15. Электрическое поле в диэлектрической среде. Поляризация диэлектриков. Теорема Остроградского-Гаусса для электрического поля в среде. Условия для электростатического поля на границе раздела двух изотропных диэлектрических сред.

16. Классическая электронная теория электропроводности металлов. Законы Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной и интегральной формах. Закон Видемана-Франца.

17. Разность потенциалов, напряжение, ЭДС. Правила Кирхгофа. Затруднения классической теории электропроводности металлов.

18. Электрический ток в средах. Газовый разряд. Плазма. Дебаевский радиус. Электрический ток в вакууме. Законы Богуславского-Ленгмюра и Ричардсона-Дешмана. Электрический ток в жидкостях. Законы Фарадея для электролиза.

19. Магнитное поле тока. Магнитное поле одиночного движущегося заряда. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон полного тока. Теорема Остроградского – Гаусса для магнитного поля в вакууме. Движение заряженных частиц в электромагнитном поле. Сила Лоренца. Действие магнитного поля на проводник и рамку с током.

20. Электромагнитная индукция. Опыты Фарадея. Закон электромагнитной индукции. Взаимная индукция. Самоиндукция. Энергия и плотность энергии электромагнитного поля. Токи при замыкании и размыкании электрической цепи.

21. Магнитное поле в веществе. Магнитный момент атома. Элементарная теория диамагнетизма. Парамагнетизм. Закон полного тока для магнитного поля в веществе.

22. Ферромагнетизм. Кривая намагничивания. Петля гистерезиса. Условия для магнитного поля на границе раздела двух изотропных сред.

23. Электромагнитные колебания и волны. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре (незатухающие и затухающие). Вынужденные электромагнитные колебания. Переменный ток. Законы Кирхгофа для переменного тока. Электромагнитные волны. Энергия электромагнитных волн. Отражение и преломление электромагнитных волн на границе раздела диэлектрических сред. Скин-эффект.

24. Основы теории Максвелла. Ток смещения. Полная система уравнений Максвелла. Энергия и поток энергии электромагнитного поля. Вектор Умова-Пойтинга.

25. Когерентность. Интерференция волн. Осуществление когерентных волн в оптике. Классические интерференционные опыты. Влияние размеров

источников света. Пространственная когерентность. Влияние немонахроматичности света. Локализация полос интерференции. Интерференция в тонких пластинах и пленках. Полосы равного наклона и равной толщины. Кольца Ньютона. Интерференционные приборы.

26. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Дифракция Фраунгофера от щели. Влияние ширины щели и размеров источника на дифракционную картину. Дифракция на двух щелях. Дифракционная решетка. Дифракция на многомерных структурах. Дифракция рентгеновских лучей.

27. Естественный и поляризованный свет. Поляризация при отражении и преломлении. Поляризация при двойном лучепреломлении. Закон Малюса. Интерференция поляризованных лучей. Эллиптическая и круговая поляризация. Искусственное двойное лучепреломление. Двойное лучепреломление в электрическом поле. Вращение плоскости поляризации в кристаллах и в аморфных веществах. Сахариметрия. Магнитное вращение плоскости поляризации. Явление Зеемана. Элементарная теория явления Зеемана. Аномальный эффект Зеемана. Обратный эффект Зеемана. Явление Штарка.

28. Действие света. Фотоэлектрический эффект. Законы фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна. Гипотеза световых квантов. Явление Комптона. Сущность явления Комптона и его законы. Давление света.

29. Тепловое излучение. Закон Кирхгофа. Абсолютно черное тело. Излучение нечерных тел. Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула излучения Планка.

30. Атом водорода и его спектр по теории Бора. Экспериментальное подтверждение теории Бора. Опыты Франка и Герца.

31. Двойственная корпускулярно-волновая природа частиц вещества. Гипотеза де Бройля. Экспериментальное подтверждение теории де Бройля. Опыты Дэвиссона и Джермера.

32. Простейшие одномерные задачи квантовой механики. Прямоугольная потенциальная яма и гармонический осциллятор. Прямоугольный потенциальный барьер. Туннельный эффект. Уровни энергии при двух и многих минимумах потенциальной энергии.

33. Волновая функция и ее свойства. Уравнения Шредингера для стационарных состояний. Принцип причинности в квантовой механике.

34. Рентгеновские спектры. Тормозное рентгеновское излучение и его спектр. Характеристическое рентгеновское излучение и его спектр. Закон Мозли. Взаимодействие рентгеновского излучения с веществом. Линейный и массовый коэффициент поглощения. Закон Бугера-Ламберта. Единицы измерения рентгеновского излучения. Практическое применение.

35. Элементы зонной теории твердых тел. Обобществление электронов в кристалле, энергетический спектр электронов в кристалле, металлы, диэлектрики и полупроводники с точки зрения зонной модели.

36. Основные характеристики атомного ядра и их физическая

интерпретация; состав атомного ядра. Ядерные силы, их природа и основные характеристики; мезонная теория ядерных сил. Современные модели атомного ядра и их физическая интерпретация.

37. Радиоактивность и закономерности радиоактивного распада; процессы сопровождающие радиоактивный распад и их физическая интерпретация.

38. Ядерные взаимодействия и ядерные реакции. Общие закономерности и различные механизмы ядерных реакций. Особенности протекания ядерных реакций под действием различных частиц.

39. Деление и синтез атомных ядер. Элементарная теория деления ядер. Процессы, протекающие при делении ядер урана. Управляемая цепная реакция деления и ядерные реакторы. Общие понятия о термоядерных реакциях, условия их протекания; термоядерные циклы.

40. Элементарные частицы. Основные характеристики и классификация. Взаимодействия элементарных частиц. Законы сохранения при взаимодействии элементарных частиц. Проблема построения единой теории сильного, слабого и электромагнитного взаимодействия (модели “Великого объединения”).

41. Уравнение Лагранжа примеры его составления. Функция Лагранжа, ее свойства.

42. Законы сохранения, соответствующие фундаментальным симметриям: энергия, импульс, момент импульса.

43. Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы уравнений Гамильтона. Эквивалентность лагранжевого и гамильтонового формализма.

44. Движение в центральных полях. Кеплерова задача. Параметрическое уравнение. Траектории движения.

45. Уравнения Максвелла.

46. Проводники и диэлектрики.

47. Граничные условия для векторов электрического поля.

48. Граничные условия для векторов магнитного поля.

49. Скалярный и векторный потенциалы заряда, движущегося с постоянной скоростью; формула Лоренца.

50. Преобразования Лоренца для проекций векторов $\vec{E}$ и $\vec{B}$. Инварианты электромагнитного поля.

51. Полное описание квантовой системы. Принцип суперпозиции. Ортогональность и нормировка собственных функций эрмитовых операторов. Базис пространства состояний. Чистые и смешанные состояния.

52. Динамические переменные в квантовой теории. Операторы квантовой механики. Средние значения физических величин. Примеры операторов квантовой механики (оператор положения, оператор импульса), их собственные функции и значения.

53. Общие свойства решений одномерного уравнения Шрёдингера. Частица в прямоугольной потенциальной яме бесконечной и конечной "глубины". Спектр энергии и собственные функции.

54. Квантовое движение в центральном поле. Состояния электрона в поле ядра. Атом водорода и водородоподобные ионы. Квантовые числа.

55. Гармонический осциллятор в энергетическом представлении. Операторы рождения и уничтожения. Спектр энергии и собственные функции.

56. Основные законы и методы термодинамики. Три начала термодинамики. Энтропия и термодинамическая температура. Метод круговых процессов, метод термодинамических потенциалов. Термодинамические потенциалы сложных систем и систем с переменным числом частиц.

57. Равновесные процессы. Основное уравнение термодинамики для равновесных процессов. Условия термодинамического равновесия и устойчивости. Условия устойчивости равновесия однородной системы. Равновесие в гомогенной системе. Условия химического равновесия.

58. Фазовые переходы. Фазовые переходы 1-го рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые переходы 2-го рода. Уравнение Эренфеста. Критические и закритические явления.

59. Микроканоническое и каноническое распределения Гиббса. Статистический интеграл системы. Энтропия. Большое каноническое распределение (классический и квантовый случай). Термодинамическая эквивалентность канонических распределений.

60. Статистическая термодинамика квантовых идеальных одноатомных газов. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Сопоставление распределений М.-Б., Б.-Э. и Ф.-Д. Вырождение квантовых газов. Теплоёмкость твёрдых тел.

3.3. Рекомендации по подготовке к государственному экзамену

По завершении последней сессии обучающимся необходимо просмотреть личный банк теоретических и методических данных, накопленных за время обучения, и соотнести его содержание с экзаменационными вопросами с целью определения информационного обеспечения. Также просматривается и рекомендуемая литература. Появляющиеся при этом неясности и сомнения можно разрешить на групповых и индивидуальных консультациях.

На консультациях преподаватели акцентируют внимание на структуре ответа, его основных элементах, новых аспектах содержания или недавно открытых явлениях в физике. В результате становится возможным внесение в «банк данных» дополнений, уточнений

Повторяя и углубляя знания, полученные за весь период обучения, следует иметь в виду, что полноценный, логически выстроенный ответ должен включать:

- четкие определения основных понятий;
- формулировку основных законов и описание физических явлений;
- связное изложение теории вопросов билета;

- подкрепление изложения грамотно построенными рисунками или схемами;
- готовность к дискуссии по данной теме.

3.4. Порядок проведения государственного экзамена

1. Порядок проведения государственных экзаменов доводится до сведения студентов всех форм обучения не позднее, чем за полгода до начала государственной итоговой аттестации.

2. Программа государственного экзамена доводится до сведения студентов не позднее, чем за полгода до начала государственной итоговой аттестации.

3. Перед государственным экзаменом проводится цикл консультаций по программе экзамена;

4. На подготовку к государственному экзамену отводится 7 – 10 дней;

5. Государственный экзамен проводится в устной форме;

6. Государственный экзамен проводится по билетам, составленным и утвержденным согласно программе ГИА. Варианты экзаменационных билетов хранятся в запечатанном виде и выдаются студентам непосредственно на экзамене;

7. В ходе экзамена студенты могут пользоваться учебными программами и (с разрешения Государственной аттестационной комиссии) справочной литературой и другими пособиями;

8. Индивидуальное экзаменационное задание включает три вопроса, третий вопрос носит комплексный характер;

9. Время, отводимое на подготовку студента к ответу на поставленные вопросы, один час и не более трех часов (после получения билета);

10. После окончания экзамена на каждого студента каждый член ГЭК заполняет протокол с предложениями по оценке ответа на каждое экзаменационное задание, а также оценке степени соответствия подготовленности выпускника требованиям ФГОС ВО;

11. Окончательное решение по оценкам определяется открытым голосованием присутствующих на экзамене членов ГЭК, при равенстве голосов решение остается за председателем ГЭК, результаты обсуждения заносятся в протокол;

12. Результаты сдачи государственного экзамена объявляются в день его проведения.

13. В случае получения на государственном экзамене неудовлетворительной оценки повторный экзамен назначается не раньше, чем через три месяца и не более, чем через пять лет после прохождения итоговой государственной аттестации;

14. Повторные итоговые экзаменационные испытания не могут назначаться более двух раз;

3.5. Перечень рекомендуемой литературы для подготовки к государственному экзамену

№	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. — 19-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 436 с. — ISBN 978-5-507-48093-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/341150 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
2	Савельев, И. В. Курс физики. В 3 т. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 468 с. — ISBN 978-5-8114-9096-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/184164 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
3	Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 320 с. — ISBN 978-5-507-47618-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/397337 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
4	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 1. Механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2018. - 224 с. — 7-е изд., стер. - ISBN 978-5-9221-1611-4. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223537 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: по подписке.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
6	Учайкин, В. В. Механика. Основы механики сплошных сред : учебник / В. В. Учайкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 860 с. — ISBN 978-5-8114-2235-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/209819 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
7	Пейсахович, Ю. Г. Классическая электродинамика / Пейсахович Ю.Г. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 636 с.: ISBN 978-5-7782-2211-3. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/557086 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: по подписке.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-

		адресам СевГУ
8	Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2 томах. Том 2. Квантовая механика / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 432 с. — ISBN 978-5-507-47138-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/330521 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
Дополнительная литература		
1	Кузнецов, С. И. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны : учебное пособие / С. И. Кузнецов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2022. - 231 с. - ISBN 978-5-9558-0332-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1850635 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: по подписке.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
2	<i>Потапов, Л. А.</i> Электродинамика и распространение радиоволн : учебное пособие для вузов / Л. А. Потапов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 196 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05369-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/538831 (дата обращения: 16.04.2024).	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
3	Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 т. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория) / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под. ред. Л. П. Питаевского. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2016. - 800 с. - ISBN 978-5-9221-0530-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1223529 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: по подписке.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ

4. Требования к выпускным квалификационным работам и порядку их выполнения

В результате подготовки и защиты выпускной квалификационной работы (ВКР) обучающийся должен:

- самостоятельно вести научный поиск, применяя современные методы исследования соответствующей научной области;
- формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний;
- выбирать необходимые методы исследования, модифицировать существующие и разрабатывать новые методы исходя из задач конкретного исследования;
- обобщать, систематизировать и теоретически осмысливать эмпирический материал;
- решать на современном уровне задачи своей профессиональной

деятельности, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции;

- научно-аргументированно излагать специальную информацию, публично защищать свою точку зрения;
- обрабатывать полученные результаты, анализировать и осмысливать их с учетом имеющихся литературных данных;
- вести библиографическую работу с привлечением современных информационных технологий;
- представить итоги проведенного исследования в виде письменной работы, оформленной в соответствии с имеющимися требованиями, с привлечением современных средств редактирования и печати.

4.1. Требования, предъявляемые к выпускной квалификационной работе

Выпускная квалификационная работа представляет собой выполненную обучающимся работу, демонстрирующую уровень подготовленности выпускника к самостоятельной профессиональной деятельности.

Выпускная квалификационная работа выполняется в виде дипломной работы.

Выпускная квалификационная работа является основанием для присуждения выпускнику степени бакалавра соответствующего направления. При успешной защите ВКР Государственная экзаменационная комиссия присуждает обучающемуся квалификацию бакалавра.

Выпускная квалификационная работа должна отвечать следующим требованиям:

- быть актуальной;
- носить научно-исследовательский характер;
- соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники;
- отражать умение обучающегося самостоятельно обобщать, систематизировать и анализировать материалы пройденных практик и корректно использовать статистические данные, опубликованные материалы и иные научные исследования по избранной теме с соблюдением достоверности цитируемых источников;
- иметь четкую структуру, завершенность, отвечать требованиям логичного, последовательного изложения материала, обоснованности сделанных выводов и предложений;
- положения, выводы и рекомендации выпускной квалификационной работы должны опираться на новейшие статистические данные, действующие нормативные акты, достижения науки и результаты практики;
- содержать теоретические положения, самостоятельные выводы и рекомендации.

Выпускная квалификационная работа должна иметь законченный

характер по исследуемым проблемам с глубокими выводами и обобщениями, содержать научную новизну и практическую значимость результатов, элементы самостоятельного научного поиска, демонстрировать способность студента к овладению современными методиками научных исследований в области физики, а также способность к самостоятельному проведению научных исследований, обработке результатов и их анализу.

Выпускная квалификационная работа выполняется обучающимся на основе конкретных материалов, собранных обучающимся во время практик (учебной, производственной и преддипломной). При выполнении выпускной квалификационной работы обучающийся должен продемонстрировать способность самостоятельно вести научный поиск, применяя современные методы исследования, решать на современном уровне профессиональные задачи, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, научно-аргументированно излагать специальную информацию, публично защищать свою точку зрения.

Текст ВКР должен представлять собой законченное, логически построенное повествование, содержащее необходимые аналитические таблицы, иллюстрации, выводы, обобщения и переходы к последующим исследованиям.

4.2. Структура, содержание и объем выпускной квалификационной работы

Структура, содержание, объем и оформление выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль: Биофизика и биоинформатика) регламентируются пунктами 5 и 6 Положения о выпускной квалификационной работе СевГУ №42-01-09/364 от 28.02.2023 (Положение находится в свободном доступе по следующей ссылке:

<https://www.sevsu.ru/upload/iblock/fa7/gg30q0pdp4qpwphrw9264ue43d2sxr0p/Положение%20о%20выпускной%20квалификационной%20работе.pdf>).

4.3. Оформление выпускной квалификационной работы

Оформление выпускной квалификационной работы по направлению подготовки 03.03.02 Физика (профиль: Биофизика и биоинформатика) регламентируется пунктом 6 и приложениями 3, 4 Положения о выпускной квалификационной работе СевГУ №42-01-09/364 от 28.02.2023 (Положение находится в свободном доступе по следующей ссылке: <https://www.sevsu.ru/upload/iblock/fa7/gg30q0pdp4qpwphrw9264ue43d2sxr0p/Положение%20о%20выпускной%20квалификационной%20работе.pdf>).

4.4. Руководство, консультирование и рецензирование при выполнении выпускной квалификационной работы

Для руководства выпускной квалификационной работой приказом ректора Университета по представлению директора института, при

согласовании с кафедрой назначаются руководители ВКР из числа ППС Университета. Руководителями (или соруководителями) ВКР также могут быть высококвалифицированные специалисты других учреждений и предприятий.

Руководитель ВКР должен иметь ученую степень и/или ученое звание, либо обладать практическим опытом работы в профессиональной сфере.

С целью оказания обучающемуся специализированных консультаций по отдельным разделам выполняемой работы, связанным с использованием материала узкопрофильных научных направлений, могут назначаться консультанты.

Работа над выпускной квалификационной работой может выполняться выпускником на предприятии, в организации, фирме, научном учреждении и др. В этих случаях, кроме руководителя может назначаться научный консультант от организации.

Консультант назначается распоряжением директора института на любом этапе выполнения выпускной квалификационной работы по представлению заведующего кафедрой.

Руководитель ВКР:

- составляет и выдает задание на выполнение выпускной квалификационной работы;
- рекомендует обучающемуся основную литературу и другие необходимые материалы по теме;
- знакомит обучающегося с планом-графиком выполнения и защиты выпускной квалификационной работы, составляет календарный план ее подготовки;
- оказывает помощь в разработке плана выпускной квалификационной работы;
- консультирует обучающегося по вопросам, возникающим в ходе выполнения выпускной квалификационной работы, согласно установленному графику консультаций;
- дает рекомендации по доработке текста выпускной квалификационной работы;
- проводит анализ соответствия полученных результатов целям и задачам выпускной квалификационной работы;
- информирует о порядке и содержании процедуры защиты выпускной квалификационной работы (в том числе предварительной);
- консультирует по подготовке выступления и подбору иллюстративных материалов к защите;
- контролирует ход выполнения выпускной квалификационной работы и информирует заведующего кафедрой о соблюдении графика выполнения работ;
- проверяет выполненную работу, в том числе соответствие темы работы приказу ректора о закреплении тем выпускных квалификационных работ; структуры, содержания и объема работы требованиям Положения о ВКР; оформления выпускной квалификационной работы предъявляемым

требованиям.

Завершенная выпускная квалификационная работа представляется руководителю ВКР, который после ее проверки составляет письменный отзыв (приложение 5 Положения о ВКР). В отзыве руководителя ВКР, как правило, оцениваются следующие показатели:

- актуальность темы выпускной квалификационной работы;
- степень достижения поставленных в выпускной квалификационной работе целей;
- преимущества представленных материалов (современность используемых методов научных исследований, оригинальность поставленных задач и полученных решений, уровень исследовательской части);
- соответствие содержания теме;
- владение методами сбора, анализа и обработки информации по теме выпускной квалификационной работы;
- наличие в выпускной квалификационной работе элементов научной и практической новизны;
- наличие и значимость практических предложений и рекомендаций, сформулированных в выпускной квалификационной работе;
- владение применяемыми компьютерными технологиями и программным обеспечением;
- полученные при решении задач выпускной квалификационной работы результаты, умение их анализировать и интерпретировать, делать на этой основе правильные выводы;
- степень владения автором работы профессиональными знаниями, умениями и навыками, подготовленность обучающегося;
- способность обучающегося ясно и четко излагать суть и содержание вопроса;
- правильность оформления выпускной квалификационной работы, структура, стиль, язык изложения, библиографический аппарат, а также использование табличных графических средств представления информации в соответствии с правилами, установленными ГОСТ;
- умение применять полученные знания на практике.

В отзыве руководитель ВКР также дает оценку деятельности обучающегося в период подготовки выпускной квалификационной работы, определяет степень его организованности, ответственности, самостоятельности и инициативности при решении научных и практических задач.

В отзыве дается рекомендация по оценке выпускной квалификационной работы и о допуске к защите.

Кафедра обеспечивает ознакомление обучающегося с отзывом не позднее, чем за 5 календарных дней до дня защиты выпускной квалификационной работы.

Выпускные квалификационные работы по направлению 03.03.02 Физика не подлежат рецензированию.

4.5. Проверка выпускной квалификационной работы на объем заимствования

Выпускная квалификационная работа подлежат проверке на объем заимствования посредством системы автоматизированной проверки текстов на наличие заимствований «Антиплагиат.ВУЗ».

Порядок проверки на объем заимствования, в том числе содержательного, выявления неправомерных заимствований осуществляется в соответствии с локальным нормативным актом Университета – Положением о выпускной квалификационной работе СевГУ №42-01-09/364 от 28.02.2023 (Положение находится в свободном доступе по следующей ссылке:

<https://www.sevsu.ru/upload/iblock/fa7/gg30q0pdp4qpwpgrw9264ue43d2sxr0p/Положение%20о%20выпускной%20квалификационной%20работе.pdf>).

Обучающийся несет ответственность за исключительно корректное заимствование (цитирование) текста и предоставление своей выпускной квалификационной работы на проверку объема заимствования в системе «Антиплагиат.ВУЗ» не позднее, чем за 10 дней до защиты ВКР.

В случае несогласия с результатами проверки выпускной квалификационной работы в системе «Антиплагиат.ВУЗ», обучающийся имеет право подать письменное заявление на имя заведующего кафедрой с обоснованием своей позиции по данному вопросу. Заведующий кафедрой назначает комиссию из сотрудников кафедры для рецензирования работы, окончательное решение по которой принимается на заседании кафедры. При этом обучающемуся предоставляется возможность изложить членам комиссии свою позицию относительно самостоятельности выполнения им выпускной квалификационной работы.

Для проведения проверки на объем заимствования выпускные квалификационные работы принимаются одновременно на бумажных носителях и в электронном виде. Прием только бумажной или только электронной версии выпускной квалификационной работы не допускается. Проверку на полное соответствие бумажных и электронных версий осуществляется руководителем ВКР. В случае обнаружения несоответствия между бумажной и электронной версиями выпускной квалификационной работы преподаватель обязан вернуть такую работу ее автору (выпускнику) для решения вопроса о предоставлении надлежащей версии ВКР.

Электронная версия выпускной квалификационной работы для проверки на наличие некоторых заимствований (плагиата) представляется в виде файлов в формате DOC, объемом не более 20Мб, файлы объемом более 20 Мб должны быть заархивированы и представлены в виде файлов в формате RAR или ZIP.

Обучающиеся должны подготовить электронные версии выпускных квалификационных работ к проверке, а именно, изъять из файлов следующие элементы: титульный лист, список литературы, приложения, графики, диаграммы, таблицы, схемы, рисунки, карты.

Факт сдачи-приема выпускной квалификационной работы для проведения проверки регистрируется принявшим студенческую работу менеджером кафедры путем занесения соответствующей записи в «Журнал учета выпускных квалификационных работ, предоставленных для проведения проверки на объем заимствования» и подтверждается личными подписями сотрудника кафедры и выпускника.

Выпускная квалификационная работа отправляется обучающемуся на доработку в случае, если в ходе проверки возникли сомнения в самостоятельности выполнения работы, о чем свидетельствует низкий показатель оригинальности (ниже 30%). Доработка выпускной квалификационной работы осуществляется в срок, установленный кафедрой, при сохранении ранее установленной темы и после этого подвергается повторной проверке не позднее, чем за 5 дней до защиты.

4.6. Порядок подготовки и защиты выпускной квалификационной работы

Защита выпускной квалификационной работы проводится с целью определения степени готовности обучающегося к самостоятельному выполнению профессиональных задач в рамках программы подготовки, а также к представлению и публичной защите результатов своей деятельности.

Защита выпускной квалификационной работы проводится на открытом заседании государственной экзаменационной комиссии (далее — ГЭК) с участием не менее двух третей от числа членов комиссии. ГЭК возглавляет председатель, который организует и контролирует деятельность по процедуре защиты, обеспечивает единство требований, предъявляемых к обучающимся. В своей работе ГЭК руководствуется локальными нормативными актами Университета — Положением о государственной итоговой аттестации и Положением о защите выпускных квалификационных работ.

В государственную экзаменационную комиссию должны быть представлены:

- выпускная квалификационная работа;
- рецензия на работу;
- отзыв руководителя ВКР;
- копия приказа о допуске обучающихся к государственной итоговой аттестации;
- учебная карточка студента;
- также могут быть представлены материалы, характеризующие научную и практическую ценность работы; заявка организации на работу; отзыв организации на реальную работу, выполненные по его заявке; печатные статьи т. п.

Порядок защиты выпускной квалификационной работы:

- перед началом заседания ГЭК всем членам раздается сводная информация об обучающихся (результаты промежуточной аттестации по основной образовательной программе), защита выпускных квалификационных работ которых планируется на данном заседании;

- секретарь ГЭК передает выпускную квалификационную работу вместе с отзывом и рецензией председателю ГЭК, который доводит до сведения членов ГЭК и присутствующих тему выпускной квалификационной работы, фамилию, имя, отчество обучающегося и фамилию, имя отчество руководителя ВКР;

- представление обучающимся выпускной квалификационной работы (10-12 минут) с использованием электронных презентационных материалов;

- вопросы членов ГЭК к автору выпускной квалификационной работы и ответы обучающегося на эти вопросы;

- выступление руководителя ВКР, при его отсутствии председателем или одним членов ГЭК зачитывается отзыв руководителя;

- председатель объявляет об окончании защиты выпускной квалификационной работы.

Общее время работы комиссии по защите одной выпускной квалификационной работы – не более 30 минут.

Присутствие руководителя выпускной квалификационной работы на защите выпускной квалификационной работы желательно.

4.7. Критерии оценки выпускной квалификационной работы

Результаты защиты выпускной квалификационной работы определяются оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Общими критериями оценки выпускной квалификационной работы являются:

- актуальность темы, соответствие содержания теме, полнота ее раскрытия;

- уровень осмысления теоретических вопросов и обобщения собранного материала, обоснованность и четкость сформулированных выводов;

- четкость структуры работы и логичность изложения материала, методологическая обоснованность исследования;

- комплексность методов исследования, применение современных технологий (в том числе информационных), их адекватность задачам исследования;

- владение научным стилем изложения, профессиональной терминологией, орфографическая и пунктуационная грамотность;

- обоснованность и ценность (инновационность) полученных результатов исследования и выводов, возможность их применения в профессиональной деятельности;

- применение иноязычных источников (в том числе переводных) по исследуемой теме;

- соответствие оформления выпускной квалификационной работы предъявляемым требованиям;

- качество устного доклада, свободное владение материалом выпускной квалификационной работы;

- глубина и точность ответов на вопросы, замечания и рекомендации во

время защиты выпускной квалификационной работы;

- представление иллюстративного материала (презентации к докладу);
- уровень сформированности компетенций;
- уровень подготовленности к решению профессиональных задач.

При оценке ВКР могут быть приняты во внимание публикации, авторские свидетельства, отзывы предприятий и научных учреждений по тематике исследования.

4.8. Перечень основной и дополнительной литературы

№	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Волькенштейн, М. В. Биофизика : учебное пособие / М. В. Волькенштейн. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-0851-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/3898 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
2	Ковалев, В. Е. Органическая химия. Элементы биорганической химии (углеводы, белки, нуклеиновые кислоты, жиры) : учебное пособие / В. Е. Ковалев, Т. Г. Федulina. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2017. — 116 с. — ISBN 978-5-9239-0997-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/102998 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
3	Громов, А. А. Природа и функции основных химических компонентов растительной клетки : учебное пособие / А. А. Громов, В. Б. Щукин. — Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2002 — Часть 2 : Углеводы, нуклеиновые кислоты, минеральные вещества — 2002. — 16 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/200045 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
Дополнительная литература		
1	Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/543823 (дата обращения: 16.04.2024).	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
2	Разин, С. В. Хроматин: упакованный геном : учебное пособие / С. В. Разин, А. А. Быстрицкий. — 5-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 199 с. — ISBN 978-5-00101-834-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151599 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
3	Применение современных молекулярно-биологических методов для поиска и клонирования полноразмерных нуклеотидных последовательностей к ДНК : учебное пособие / Д. В. Ребриков, Д. О. Коростин, В. Л. Ушаков, Е. В. Барсова. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2011. — 88 с. — ISBN 978-5-7262-1481-8. — Текст : электронный //	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей,

	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/75704 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	регистрация по IP-адресам СевГУ
4	Гайсина, Л. А. Современные методы выделения и культивирования водорослей : учебное пособие / Л. А. Гайсина, А. И. Фазлутдинова, Р. Р. Кабиров. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2008. — 152 с. — ISBN 978-5-87978-509-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/42271 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
5	Коничев, А. С. Молекулярная биология : учебник для вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова, И. Л. Цветков. — 5-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 422 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13468-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/541514 (дата обращения: 16.04.2024).	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
6	Братусь, А. С. Динамические системы и модели биологии / А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 400 с. — ISBN 978-5-9221-1192-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/2119 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
7	Исаева, Н. М. Математическое моделирование в биологии : учебно-методическое пособие / Н. М. Исаева, И. В. Добрынина, Н. В. Сорокина. — Тула : ТГПУ, 2018. — 63 с. — ISBN 978-5-6041454-8-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/113619 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
8	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное пособие / под редакцией К. Уилсон, Дж. Уолкер ; перевод с английского Т. П. Мосоловой, Е. Ю. Бозелек-Решетняк. — 3-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 855 с. — ISBN 978-5-00101-786-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/151579 (дата обращения: 16.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	Индивидуальный доступ для неограниченного числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ

5. Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации

Материально-техническое обеспечение государственной итоговой аттестации предусматривает наличие аудитории для проведения защиты выпускных квалификационных работ.

Государственные аттестационные испытания проходят в аудиториях, предусматривающих наличие рабочих мест для председателя и членов государственной экзаменационной комиссии, рабочих мест для обучающихся, компьютерной техники с необходимым лицензионным программным обеспечением, мультимедийного проектора, экрана, щитов для размещения наглядного материала (Таблица 5.1).

Таблица 5.1

P1621

№п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки, научной специальности (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, номер такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)	Собственность или оперативное управление, хозяйственное ведение, аренда (субаренда), безвозмездное пользование, практическая подготовка	Документ-основание возникновения права (реквизиты и сроки действия)	Реквизиты заключения Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации о соответствии учебно-материальной базы установленным требованиям (при наличии образовательных программ подготовки водителей автотранспортных средств)
1	2	3	4	5	6	7
1	Вид образования, уровень образования, профессия, специальность, направление подготовки, научная специальность (для профессионального образования), подвид дополнительного образования, наименование образовательной программы (для дополнительного образования); предметы, курсы, дисциплины (модули): Профессиональное образование, высшее образование – бакалавриат, 03.03.02					

	Физика					
	Б3.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамен	Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 1. Подсистема трибун лектора: Компьютер Intel с монитором – 1 шт. Микрофон трибуны – 1 шт. Документ камера – 1 шт. Планшет с сенсорным экраном – 1 шт. Презентёр – 1 шт. 2. Подсистема отображения информации: Проектор Panasonic PT-RZ970 – 1 шт. Экран – 1 шт. Интерактивные панели Teach Touch – 2 шт. Меловая доска – 1 шт. 3. Подсистема озвучивания аудиторий: Цифровой аудиопроцессор Tesira – 1 шт. Головной микрофон – 1 шт. Переносные микрофоны – 2 шт. Акустические колонки – 2 шт. 4. Подсистема видеокамер и координирования: Сетевые PIZ камеры – 2 шт. 5. Трибуна лектора с встроенной тумбой для аппаратуры – 1 шт. 6. Парты на 2 человека – 120 шт. (всего в аудитории 240 мест) 7. Стол преподавателя – 1 шт. 8. Стулья преподавателя – 2 шт.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 1 этаж, помещение 107 (423)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	
		Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 39 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска, экран, мультимедийный проектор.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 3 этаж, помещение 57 (Г304)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-	

					97081508, бессрочно	
		Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 30 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска, экран, мультимедийный проектор.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 3 этаж, помещение 1 (B309)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	
		Помещение для самостоятельной работы. Компьютеры – 10 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета, столы компьютерные – 12 шт., столы аудиторные – 4 шт., стол письменный – 1 шт., стулья – 17 шт., доска – 1 шт., шкаф д/документации – 1 шт., тумба – 1 шт., шкаф металлический д/технических нужд – 1 шт., МФУ – 1 шт., полка канцелярская – 1 шт., сейф – 2 шт., switch-1, вешалка – 1 шт.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 5 этаж, помещение 4 (B510)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	
	Б3.02(Д) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 1. Подсистема трибун лектора: Компьютер Intel с монитором – 1 шт. Микрофон трибуны – 1 шт. Документ камера – 1 шт. Планшет с сенсорным экраном – 1 шт. Презентёр – 1 шт. 2. Подсистема отображения информации: Проектор Panasonic PT-RZ970 – 1 шт. Экран – 1 шт. Интерактивные панели Teach Touch – 2 шт.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 1 этаж, помещение 107 (423)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	

		Меловая доска – 1 шт. 3. Подсистема озвучивания аудиторий: Цифровой аудиопроцессор Tesira – 1 шт. Головной микрофон – 1 шт. Переносные микрофоны – 2 шт. Акустические колонки – 2 шт. 4. Подсистема видеокамер и координирования: Сетевые PIZ камеры – 2 шт. 5. Трибуна лектора с встроенной тумбой для аппаратуры – 1 шт. 6. Парты на 2 человека – 120 шт. (всего в аудитории 240 мест) 7. Стол преподавателя – 1 шт. 8. Стулья преподавателя – 2 шт.				
		Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 39 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска, экран, мультимедийный проектор.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 3 этаж, помещение 57 (Г304)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	
		Учебная аудитория для проведения учебных занятий. 30 посадочных мест, рабочее место преподавателя, доска, экран, мультимедийный проектор.	299053, г. Севастополь, ул. Университетская, д. 33, 3 этаж, помещение 1 (В309)	оперативное управление	Выписка из Единого государственного реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ-001/2022-97081508, бессрочно	
		Помещение для самостоятельной работы.	299053, г. Севастополь,	оперативное управление	Выписка из Единого государственного	

		Компьютеры – 10 шт. с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета, столы компьютерные – 12 шт., столы аудиторные – 4 шт., стол письменный – 1 шт., стулья – 17 шт., доска – 1 шт., шкаф д/документации – 1 шт., тумба – 1 шт., шкаф металлический д/технических нужд – 1 шт., МФУ – 1 шт., полка канцелярская – 1 шт., сейф – 2 шт., switch-1, вешалка – 1 шт.	ул. Университетская, д. 33, 5 этаж, помещение 4 (B510)		реестра недвижимости об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости от 21.06.2022, № КУВИ- 001/2022-97081508, бессрочно	
--	--	---	--	--	--	--