

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Таскаев Сергей Валерьевич  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 04.02.2026 14:18:52  
Уникальный программный ключ:  
04c19ed8bf98f3b6cb77a486b9a8788b8322323

|  |        |                        |               |
|--|--------|------------------------|---------------|
| Министерство науки и высшего образования Российской Федерации<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Физический факультет | стр. 1 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |
|--|--------|------------------------|---------------|



СВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
/ А.А. Саламатов  
\_\_\_\_\_» февраль 2026 г.

## ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА\*

Направление подготовки (специальность)

**03.03.03 Радиофизика**

Направленность (профиль)

**Телекоммуникационные системы и информационные технологии**

Присваиваемая квалификация


**Бакалавр**

Форма обучения

**Очная**

\*Программа государственного экзамена адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2026 г.

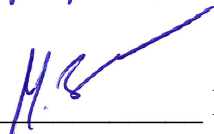
|  |        |                        |               |
|--|--------|------------------------|---------------|
|  Минобрнауки России<br>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования<br>«Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)<br>Физический факультет |        |                        |               |
| Программа государственного экзамена по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленности<br>«Телекоммуникационные системы и информационные технологии» ФГБОУ ВО «ЧелГУ»   |        |                        |               |
| Версия документа - 1   | стр. 2 | Первый экземпляр _____ | КОПИЯ № _____ |

**Программа государственного экзамена принята:**

Ученым советом физического факультета

Протокол заседания № 04 от «05» февраля 2026 г.

Председатель Ученого совета  
физического факультета

 \_\_\_\_\_ М.А. Загребин

Секретарь Ученого совета  
физического факультета

 \_\_\_\_\_ М.А. Эбель

**Программа государственного экзамена одобрена и рекомендована  
кафедрой радиофизики и электроники**

Протокол заседания № 07 от «03» февраля 2026 г.

И.о. зав. кафедрой

 \_\_\_\_\_ А.В. Бутаков

**Программа государственного экзамена составлена в соответствии с  
требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 03.03.03  
Радиофизика (утвержден приказом Министерства науки и высшего  
образования Российской Федерации от «07» августа 2020 г. № 912).**



## 1. Цель подготовки и сдачи государственного экзамена

Целью подготовки и сдачи государственного экзамена является установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) и основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленности (профилю) Телекоммуникационные системы и информационные технологии.

## 2. Перечень дисциплин, формирующих программу государственного экзамена

Программу государственного экзамена формируют следующие дисциплины:

- Механика
- Молекулярная физика
- Электричество и магнетизм
- Оптика
- Физика атомного ядра и элементарных частиц
- Теория колебаний
- Радиофизика и электроника
- Беспроводные технологии в телекоммуникациях
- Цифровая электроника
- Радиофизические методы исследований

## 3. Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена участвует в формировании у обучающихся компетенций УК-1-11, ОПК-1-3, ПК-1-2.

### Универсальные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Наименование категории (группы) универсальных компетенций | Код и наименование универсальной компетенции   | Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции   |
|---|--|--|
| Системное и критическое мышление                          | УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный | УК-1.1. Выполняет поиск информации, определяет критерии системного анализа поставленных задач.<br>УК-1.2. Использует критический анализ, систематизацию и обобщение информации для |



|                                  | подход для решения поставленных задач  | решения поставленных задач.   |
|----------------------------------|--|---|
| Разработка и реализация проектов | 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-2.1. Демонстрирует знание теоретических основ принятия решений в сфере управления проектами.<br>УК-2.2. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках цели проекта и аргументирует их выбор.<br>УК-2.3. Демонстрирует способность проектировать решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений.  |
| Командная работа и лидерство     | УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде  | УК-3.1. Демонстрирует понимание типологии и факторов формирования команд, лидерства и способов социального взаимодействия.<br>УК-3.2. Осуществляет взаимодействие с другими членами команды, в т.ч. участвует в обмене информацией, знаниями и опытом.<br>УК-3.3. Имеет опыт участия в командной работе.  |
| Коммуникация                     | УК-4. Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах)                          | УК-4.1. Имеет представление о правилах и принципах деловой устной и письменной коммуникации на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).<br>УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах, использовать методы и навыки делового общения.<br>УК-4.3. Имеет навыки делового общения на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах).   |
| Межкультурное взаимодействие     | УК-5. Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах   | УК-5.1. Обладает базовыми знаниями об основных закономерностях социально-исторического развития общества и его культурном многообразии.<br>УК-5.2. Демонстрирует умение понимать и толерантно воспринимать культурное многообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах.<br>УК-5.3. Ориентируется в культурном разнообразии общества и соблюдает этические нормы поведения.<br>УК-5.4. Демонстрирует толерантное восприятие социальных и культурных различий, уважительное и бережное отношение к историческому наследию и культурным традициям.<br>УК-5.5. Находит и использует необходимую для саморазвития и взаимодействия с другими |



|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | людьми информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных групп.<br>УК-5.6. Проявляет в своём поведении уважительное отношение к историческому наследию и социокультурным традициям различных социальных групп, опирающееся на знание этапов исторического развития России в контексте мировой истории и культурных традиций мира.<br>УК-5.7. Сознательно выбирает ценностные ориентиры и гражданскую позицию; аргументировано обсуждает и решает проблемы мировоззренческого, общественного и личностного характера  |
| Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение) | УК-6. Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни   | УК-6.1. Демонстрирует понимание основных принципов самообразования, профессионального и личностного развития.<br>УК-6.2. Определяет свои личные ресурсы и возможности для достижения поставленной цели. УК-6.3. Демонстрирует умение рационального распределения временных и/или иных ресурсов.  |
|   | УК-7. Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности  | УК-7.1. Обладает знаниями здоровьесберегающих технологий для поддержания должного уровня физической и функциональной подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.<br>УК-7.2. Демонстрирует умения поддержания должного уровня физической подготовленности и функциональной подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности.<br>УК-7.3. Имеет навыки поддержания должного уровня физической и функциональной подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности. |
| Безопасность жизнедеятельности                                  | 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 | УК-8.1. Идентифицирует опасности и оценивает факторы риска, опирается на принципы создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности для сохранения природной среды и обеспечения устойчивого развития общества.<br>УК-8.2. Обеспечивает создание и поддержание безопасных условий жизнедеятельности, оказания первой помощи в повседневной жизни и в профессиональной деятельности, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.<br>УК-8.3. Применяет способы и технологии   |



|  |  |   |
|--|--|---|
|  | возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов   | создания и поддержания безопасных условий жизнедеятельности, в повседневной жизни и в профессиональной деятельности, алгоритм оказания первой помощи, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов.  |
| Инклюзивная компетентность                                 | УК-9. Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах  | УК-9.1. Знает понятие инклюзивной компетентности, ее компоненты и структуру, особенности применения базовых дефектологических знаний в социальной и профессиональной сферах.<br>УК-9.2. Умеет планировать и осуществлять профессиональную деятельность с лицами с ограниченными возможностями здоровья.<br>УК-9.3. Владеет навыками взаимодействия в социальной и профессиональной сферах с лицами с ограниченными возможностями здоровья.  |
| Экономическая культура, в том числе финансовая грамотность | УК-10. Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности  | УК-10.1. Понимает базовые принципы функционирования экономики и экономического развития, цели и формы участия государства в экономике.<br>УК-10.2. Применяет методы личного экономического и финансового планирования для достижения текущих и долгосрочных финансовых целей, использует финансовые инструменты для управления личными финансами (личным бюджетом), контролирует собственные экономические и финансовые риски.  |
| Гражданская позиция  | УК-11. Способен формировать нетерпимое отношение к проявлениям экстремизма, терроризма, коррупционному поведению и противодействовать им в профессиональной деятельности | УК-11.1. Имеет представление о содержании понятий «экстремизм», «терроризм», основных формах их проявления и последствиях.<br>УК-11.2. Имеет представление о содержании понятия «коррупционное поведение», разграничивает коррупционные и схожие некоррупционные явления в различных сферах жизни общества.<br>УК-11.3. Организует профессиональную среду, опираясь на этические и правовые нормы поведения, препятствующие проявлениям экстремизма, терроризма, формированию коррупционного поведения. |

### Общепрофессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Наименование категории (группы) общепрофессиональных компетенций | Код и наименование общепрофессиональной компетенции       | Код и наименование индикатора достижения общепрофессиональной компетенции |
|--|---|---|
| Теоретические и практические основы                              | ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физики | ОПК-1.1. Обладает базовыми знаниями, полученными в области                |



|   |   |  |
|---|---|--|
| профессиональной деятельности                               | и радиофизики и использовать их в профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности  | физики и радиофизики.<br>ОПК-1.2. Демонстрирует умение решать задачи, формулируемые в рамках физики и радиофизики.<br>ОПК-1.3. Имеет навыки использования основных понятий, теорем, законов физики и радиофизики для решения задач профессиональной деятельности, в том числе в сфере педагогической деятельности.   |
|   | ОПК-2. Способен проводить экспериментальные и теоретические научные исследования объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные | ОПК-2.1. Обладает навыками создания научных обзоров, публикаций, рефератов и библиографий по тематике проводимых исследований.<br>ОПК-2.2. Демонстрирует умения обрабатывать и представлять экспериментальные данные, составлять научные документы и отчеты.<br>ОПК-2.3. Имеет практический опыт проведения научных исследований в конкретной области профессиональной деятельности.                               |
| Информационные технологии для профессиональной деятельности | ОПК-3. Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности.                   | ОПК-3.1. Имеет представление об основных существующих информационных технологиях, используемых при решении профессиональных задач.<br>ОПК-3.2. Демонстрирует умения использовать существующие информационные технологии при решении задач профессиональной деятельности.<br>ОПК-3.3. Имеет практический опыт использования существующих информационных технологий при решении задач профессиональной деятельности. |



**Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения,  
установленные ЧелГУ самостоятельно**

| Тип задачи профессиональной деятельности | Задача профессиональной деятельности  | Основание определения ПК   | Обобщенная трудовая функция (ОТФ) в соответствии с уровнем квалификации Шифр и наименование  | Трудовая функция (ТФ) (входящая в состав ОТФ) Шифр и наименование   | Код и наименование профессиональной компетенции   | Индикаторы достижения ПК  |
|--|---|--|--|---|---|---|
| Научно-исследовательский                 | Освоение методов научных исследований. Освоение теорий и моделей. Математическое моделирование процессов и объектов. Проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований. Обработка полученных результатов на современном уровне и их анализ. Участие в составлении отчетов и докладов о научно-исследовательской работе, участие в научных конференциях и семинарах. | 06.005<br>Специалист по техническому обслуживанию и ремонту радиоэлектронных средств | А<br>Обеспечение бесперебойной работы радиоэлектронных функциональных узлов<br>Уровень квалификации 5  | A/01.5<br>Техническое обслуживание радиоэлектронных функциональных узлов  | ПК-1. Способен понимать в своей научно-исследовательской деятельности принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной аппаратуры и оборудования. | ПК-1.1. Обладает знаниями в своей области научно-исследовательской деятельности о принципах работы, устройстве, технических возможностях и контроле состояния радиоэлектронной аппаратуры.<br>ПК-1.2. Демонстрирует умение в своей научно-исследовательской деятельности настраивать составные части, диагностировать и оценивать техническое состояние радиоэлектронной аппаратуры.<br>ПК-1.3. Имеет практический опыт (навыки) использования в своей научно-исследовательской деятельности тестирования работы, настройки, мониторинга технического состояния, устранения неисправностей и проверки функционирования радиоэлектронной аппаратуры. |
|  |   | 06.006 Инженер по технической эксплуатации станционного оборудования связи           | А<br>Организация технического обслуживания материально-технического обеспечения технической эксплуатации станционного оборудования связи<br>Уровень квалификации 6 | A/01.6<br>Планово-профилактические работы на станционном оборудовании связи   |   |   |
|  |   | 06.013<br>Специалист по информационным ресурсам                                      | В<br>Создание и редактирование информационных ресурсов<br>Уровень квалификации 5   | V/01.5<br>Подбор информации по тематике сайта<br>V/02.5<br>Создание информационных материалов для сайта<br>V/03.5<br>Редактирование информации на сайте |   | ПК-2.1. Обладает знаниями в своей области научно-исследовательской деятельности об основных методах, общих принципах  |
|  |   |  |  |   | ПК-2. Способен использовать основные методы радиофизических измерений в своей научно-исследовательской  |   |



|  |  |  |  |  |                 |   |
|--|--|--|--|--|-----------------|---|
|  |  |  |  |  | и деятельности. | и средствах радиофизических измерений; методиках определения точности измерений и оценки погрешности. ПК-2.2. Демонстрирует умение производить радиофизические измерения общего характера; определять точность измерений и производить оценку погрешностей; организовывать радиофизические измерения специального профиля; создавать методики измерений в соответствии с поставленными научно-исследовательским и задачами. ПК-2.3. Имеет практический опыт (навыки) использования в своей научно-исследовательской деятельности стандартных методик измерения; владения методами оптимизации измерений в соответствии с поставленными научными задачами. |
|--|--|--|--|--|-----------------|---|

#### 4. Трудоемкость, порядок и форма государственного экзамена

Трудоемкость подготовки и сдачи государственного экзамена – 108 часов (3 зачетные единицы).

В соответствии с учебным планом – 8-ой семестр.

Кафедра не позднее, чем за полгода до проведения экзамена доводит до сведения студентов перечень вопросов, вынесенных на экзамен, список



рекомендованной литературы путем размещения их в соответствующем разделе на сайте Университета.

Декан факультета не позднее, чем за тридцать дней до проведения государственного экзамена, разрабатывает проект расписания государственных аттестационных испытаний, в котором указываются даты, время и место проведения государственных аттестационных испытаний и предэкзаменационных консультаций. Проект расписание согласуется с УОП и утверждается проректором по учебной работе. Утвержденное расписание доводится до сведения обучающихся, председателей и членов государственных экзаменационных комиссий.

Не позднее недельного срока до государственного экзамена проводится предэкзаменационная консультация для обучающихся, на которой разъясняется порядок сдачи государственного экзамена, права и обязанности обучающихся, разбираются наиболее сложные для понимания разделы программы.

Порядок проведения государственного экзамена: Аттестационное испытание проводится в форме устного экзамена с оформлением письменного листа устного ответа. Студенты должны в аудитории в течение двух академических часов ответить на вопросы экзаменационного билета. При этом они должны продемонстрировать знание физических понятий, явлений, законов и теорий; понимание их физического смысла; знания, относящиеся к актуальным, современным аспектам вопроса; а также продемонстрировать навыки владения этими знаниями в ходе устного ответа с экзаменаторами.

В экзаменационный билет по дисциплинам включается два теоретических вопроса, а также собеседование по направленности «Телекоммуникационные системы и информационные технологии».

Перечень вопросов государственного экзамена ежегодно обновляется, обсуждается и утверждается на выпускающей кафедре.

## 5. Вопросы к государственному экзамену

### 5.1. Механика

1. Кинематика точки. Описание движения векторным способом. Описание движения в декартовых координатах. Прямая и обратная задачи кинематики.
2. Законы Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Первый закон Ньютона. Принцип относительности. Третий закон Ньютона. Принцип наложения. Второй закон Ньютона. Численный алгоритм решения основной задачи механики. Принцип детерминизма.
3. Импульс системы материальных точек. Теорема об изменении импульса частицы. Импульс силы. Закон сохранения импульса. Уравнение движения



центра масс системы частиц. Уравнение движения материальной точки с переменной массой (уравнение Мещерского).

4. Работа и энергия. Работа и мощность силы. Потенциальная энергия частицы в поле консервативных сил. Расчет силового поля по известной потенциальной энергии частицы. Потенциальная энергия частицы в гравитационном поле точечного тела. Кинетическая энергия частицы. Полная механическая энергия частицы. Кинетическая энергия системы частиц.

5. Момент импульса системы материальных точек. Уравнение моментов относительно движущегося начала. Уравнения моментов относительно неподвижного начала координат и относительно неподвижной оси. Закон сохранения момента импульса. Проблема двух тел.

6. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращения твердого тела вокруг неподвижной оси. Теорема об изменении кинетической энергии вращающегося твердого тела. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Физический маятник. Вычисление моментов инерции тел простой формы.

## 5.2. Молекулярная физика

1. Идеальный газ. Уравнение состояния. Газовые законы. Коэффициенты теплового расширения, термический коэффициент давления, модуль всестороннего сжатия и их связь для произвольного уравнения состояния.

2. Первое начало термодинамики. Уравнение теплового баланса. Теплоемкость. Закон Джоуля. Уравнение Роберта Майера.

3. Процессы в идеальных газах: адиабатический и политропический процессы.

4. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Неравенство и равенство Клаузиуса. Энтропия.

5. Термодинамические функции: внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия Гельмгольца, Термодинамический потенциал Гиббса. Соотношения Максвелла. Уравнения Гиббса-Гельмгольца.

6. Основные критерии устойчивости термодинамических систем. Принцип Ле-Шателье – Брауна.

7. Теплопроводность. Уравнение теплопроводности.

8. Вязкость газов и жидкостей. Скорость течения в трубе. Формула Пуазейля. Число Рейнольдса.

9. Реальные газы. Силы Ван-дер-Ваальса. Потенциал взаимодействия молекул.

10. Уравнение состояния реальных газов. Изотермы Ван-дер-Ваальса. Критические параметры.

11. Эффект Джоуля-Томсона для идеального газа и газа Ван-дер-Ваальса.



12. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Давление и температура с точки зрения МКТ. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.
13. Броуновское движение. Формула Эйнштейна для смещения броуновской частицы.
14. Распределение Максвелла. Распределение молекул по абсолютным скоростям.
15. Распределение Больцмана.
16. Границы применимости классических распределений. Квантовые распределения Ферми-Дирака и Бозе-Эйнштейна.
17. Статистический характер второго начала термодинамики. Энтропия и вероятность, формула Больцмана. Энтропия и беспорядок. «Демон» Максвелла.
18. Поверхностное натяжение. Краевые углы. Дополнительное давление Лапласа.
19. Фазы. Фазовые превращения первого рода. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Фазовые превращения второго рода. Соотношения Эренфеста.
20. Жидкие растворы. Теплота растворения. Осмос и осмотическое давление. Закон Вант-Гоффа.

### 5.3. Электричество и магнетизм

1. Виды взаимодействий в природе. Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона. Электрическое поле. Принцип суперпозиции. Поле совокупности зарядов.
2. Потенциал и разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности поля и его потенциала. Электрический диполь. Потенциал и поле точечного диполя.
3. Емкость уединенного проводника. Конденсатор. Емкости плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Распределение энергии в электрическом поле.
4. Электрическое поле  $E$  в диэлектрике. Векторы  $P$  и  $D$ . Связь между векторами  $P$ ,  $E$  и  $D$  в диэлектриках. Емкость конденсатора, заполненного однородным диэлектриком.
5. Электрический ток. Плотность тока. Закон сохранения заряда. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Напряжение на зажимах источника.
6. Определение магнитного поля. Действие магнитного поля на ток. Закон Ампера. Действие магнитного поля на контур с током. Магнитный момент контура с током.



7. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био-Савара. Магнитное поле прямого тока. Взаимодействие параллельных проводов с токами. Определение ампера.
8. Намагничивание вещества. Механизмы намагничивания. Пара- и диамагнетики. Ферромагнетики.
9. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Вихревое электрическое поле. Проявления электромагнитной индукции: вихревые токи, скин-эффект.
10. Самоиндукция. Индуктивность контура. Энергия контура с током. Распределение энергии в магнитном поле. Взаимная индукция. Взаимная индуктивность двух контуров.
11. Система уравнений Максвелла и её общие свойства. Случай стационарных полей. Материальные уравнения.
12. Волновое уравнение. Плоские электромагнитные волны. Теорема Пойнтинга.
13. Переменный ток. Основные допущения, применяемые для расчетов цепей переменного тока. Уравнения элементов цепи переменного тока.
14. Свободные колебания в контуре с потерями. Характеристики затухающих колебаний.
15. Цепи гармонического тока Закон Ома в комплексной форме. Векторные диаграммы элементов цепи гармонического тока. Действующие значения гармонических величин.
16. Установившиеся колебания в последовательном контуре: АЧХ и ФЧХ. Резонанс напряжений.

#### 5.4. Оптика

1. Система уравнений Максвелла. Энергия, переносимая ЭМ волной. Скорость распространения ЭМ волн и методы ее измерения. Плоские монохроматические волны и возможность их экспериментального получения.
2. Отражение и преломление света на границе раздела двух сред. Граничные условия. Вывод закона Снеллиуса. Вывод формулы Френеля для s- и p-поляризации.
3. Приближение геометрической оптики. Вывод уравнения эйконала из скалярного волнового уравнения, из векторных уравнений Максвелла и следствия из этого вывода. Искривление луча в неоднородной среде.
4. Геометрическая оптика. Общие свойства лучей. Законы отражения и преломления. Преломление на сферической поверхности.
5. Распространение ЭМ волн в проводящих средах. Оптика металлов. Анализ уравнений Максвелла для металлов. Плоские волны в металлах. Комплексная диэлектрическая проницаемость.



6. Распространение ЭМ волн в анизотропных средах. Оптика кристаллов. Тензор диэлектрической проницаемости. Структура плоской монохроматической волны. Лучевая и фазовая скорость. Уравнение волновых нормалей Френеля.
7. Распространение ЭМ волн в диспергирующих средах. Частотная и пространственная дисперсия. Электронная теория дисперсии Лорентц-Лоренца. Поглощение света, коэффициент поглощения.
8. Вращение плоскости поляризации. Экспериментальные закономерности. Описание состояния поляризации плоской монохроматической волны комплексными амплитудами.
9. Действие постоянного электрического и магнитного полей на излучение и распространение света. Эффект Зеемана и его объяснение. Эффект Керра. Эффект Штарка. Магнитное вращение плоскости поляризации.
10. Равновесное тепловое излучение. Определение основных величин. Теорема Кирхгофа, закон Вина. Экспериментальные законы излучения АЧТ. Вывод формул Рэлея-Джинса и Планка.
11. Неравновесное излучение. Лазеры. Коэффициенты Эйнштейна. Вывод формулы Планка по Эйнштейну. Принцип действия лазеров (3-уровневая и 4-уровневая схемы).
12. Фотоэффект и световые кванты. Понятие фотона. Законы фотоэффекта. Давление света и эффект Комптона.
13. Интерференция света. Экспериментальные методы получения интерференционных картин. Когерентность. Интерференция двух монохроматических волн.
14. Интерференция квазигармонических волн. Время, длина и степень когерентности. Связь времени когерентности с шириной полосы квазимонохроматической волны. Осуществление когерентных колебаний в оптическом эксперименте. Условия наблюдения интерференционной картины в случае квазимонохроматических волн.
15. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Зоны Френеля. Объяснение "пятна Араго".

### **5.5. Физика атомного ядра и элементарных частиц**

1. Фотоэффект. Эффект Комптона.
2. Волновые свойства частиц вещества. Гипотеза де Бройля и ее экспериментальное подтверждение.
3. Ядерная модель атома и опыты Резерфорда. Формула Резерфорда.
4. Магнитные свойства атомов. Опыты Штерна и Герлаха. Спин электрона.
5. Волновая функция и ее вероятностная интерпретация. Принцип суперпозиции состояний.
6. Соотношения неопределенностей Гейзенберга.



7. Стационарное и эволюционное уравнения Шредингера.
8. Свободное движение частицы; частица в прямоугольной потенциальной яме.
9. Прохождение частицы через потенциальный барьер конечной ширины.
10. Линейный гармонический осциллятор.
11. Средние значения физических величин. Оператор импульса.
12. Уровни энергии в атоме водорода.
13. Распределение электронной плотности в атоме водорода; классификация состояний электронов в атоме водорода.
14. Орбитальный и спиновый магнитный момент электрона.
15. Спектры водородоподобных атомов; спин-орбитальное взаимодействие и тонкая структура.
16. Взаимодействие электронов в многоэлектронных атомах; возможные типы связей в атомах.
17. Уровни энергии и спектры щелочных металлов. Спектр атома гелия.
18. Периодическая система элементов; применение принципа Паули.
19. Рентгеновские спектры; закон Мозли.
20. Атом в магнитном поле; эффект Зеемана.
21. Типы связей в молекулах. Виды движения в молекуле.
22. Молекулярные спектры; колебательно-вращательные переходы.

### 5.6. Теория колебаний

1. Гармонический осциллятор.
2. Свободные колебания линейного осциллятора.
3. Вынужденные колебания линейного осциллятора.
4. Импульсная характеристика линейного осциллятора.
5. Частотная характеристика линейного осциллятора.
6. Качественное исследование консервативных колебательных систем общего вида. Точки равновесия.
7. Классификация фазовых портретов линейного осциллятора.
8. Автогенератор на туннельном диоде.
9. Фазовый портрет релаксационного автогенератора.
10. Линейный анализ устойчивости релаксационного автогенератора.
11. Автоколебательные системы томсоновского типа.
12. Квазигармонические колебания в слабонелинейных системах.
13. Режим релаксационных колебаний осциллятора Ван-дер-Поля.
14. Колебания двух связанных осцилляторов.
15. Нормальные координаты.
16. Обмен энергией между связанными осцилляторами.
17. Одноатомная линейная цепочка.
18. Двухатомная цепочка.



19. Энергетические фильтры.
20. Уравнение Хилла.
21. Мультипликаторы. Теорема Флоке.
22. Параметрическая неустойчивость.

### **5.7. Радиофизика и электроника**

1. Классификация радиотехнических сигналов.
2. Спектральное представление сигналов.
3. Спектральное представление непериодических сигналов.
4. Дискретизация сигнала.
5. Теорема Котельникова для сигнала с ограниченным спектром.
6. Спектр дискретизированного сигнала.
7. Модулированные сигналы и их спектры.
8. Основы теории радиотехнических цепей.
9. Классификация и описание цепей.
10. Методы математического описания линейных цепей.
11. Элементы электрических цепей.
12. Временной метод анализа линейных стационарных цепей.
13. Спектральный метод анализа линейных стационарных цепей.
14. Линейная фильтрация.
15. Условия физической реализуемости линейных четырехполюсников.
16. Линейные параметрические двухполюсники.
17. Линейный параметрический четырехполюсник.
18. Введение в теорию нелинейных цепей.
19. Радиоэлектронные устройства.
20. Усиление.
21. Транзисторный усилитель.
22. Дифференциальный усилитель.
23. Операционные усилители.
24. Автогенераторы гармонических колебаний.
25. Детектирование сигналов.

### **5.8. Беспроводные технологии в телекоммуникациях**

1. Классификация систем беспроводной связи. Транкинговые системы. Сотовые сети. Оптические системы беспроводной связи. Беспроводные локальные сети.
2. Типы сетей беспроводного абонентского радиодоступа. Методы многоканального доступа. Принципы разделения каналов в методах МДЧР и МДВР. Принцип кодового разделения каналов. Использование широкополосных сигналов.



3. Оптическая беспроводная связь. Лазерные и инфракрасные системы БС. Устройства обработки и формирования сигналов в оптической и радиосвязи. Сравнение 2-х видов БС.
4. Технические концепции построения систем БС. Организация линий связи между абонентской станцией, базовой станцией и между базовыми станциями. Определение радиуса зоны уверенного приема. Модели радиосигналов с замираниями, обусловленными многолучевым распространением.
5. Методы разнесения сигналов. Методы организации ветвей разнесения и сигнальных путей. Улучшение характеристик помехоустойчивости.
6. Системы с расширением спектра. Основные концепции систем с расширенным спектром. Синхронизация систем с расширением спектра.
7. Беспроводные локальные сети. Семейство стандартов для широкополосного доступа. Подключение к локальной сети.

### **5.9. Цифровая электроника**

1. Обратное преобразование Фурье.  $\delta$ -функция как предел семейства непрерывных функций, зависящих от параметра.
2. Свойства преобразования Фурье. Преобразование Фурье для функций: со сдвигом по времени, при масштабном преобразовании аргумента, при комплексном сопряжении.
3. Теорема о свертке. Формула Парсевала, формула Планшереля.
4. Дискретизация аналоговых сигналов. Преобразование Фурье суммы  $\delta$ -функций со сдвигом аргумента. Формула Пуассона. Связь преобразования Фурье непрерывного сигнала и его дискретной выборки. Теорема выборки.
5. Восстановление сигнала по его дискретной выборке. Частота Найквиста.
6. Дискретные инвариантные во времени фильтры. Уравнения в конечных разностях, осциллятор дискретного времени. Импульсная характеристика дискретного фильтра. Причинность, устойчивость, частотная характеристика дискретного фильтра.
7. Теорема о разложении в ряд Фурье. Преобразование Фурье дискретного сигнала. Восстановление сигнала по его преобразованию Фурье.

### **5.10. Радиофизические методы исследований**

1. Магнитные свойства ядер. Элементарная теория магнитного резонанса
2. Поглощение энергии и спин-решеточная релаксация
3. Движение невзаимодействующих спинов: ларморовская прецессия ядер, вращающаяся система координат
4. Движение невзаимодействующих спинов: влияние переменных магнитных полей



5. Ядерный магнитный резонанс в системе связанных спинов: уравнения Блоха
6. Решение уравнений Блоха в случае малых ВЧ полей. Комплексная восприимчивость
7. Импеданс катушки индуктивности с образцом. Мощность, поглощаемая ядерной спин системой
8. Функция формы линии поглощения. Решение уравнений Блоха при произвольном значении ВЧ поля
9. Спиновое эхо
10. Причины уширения линий и оценка величины дипольного уширения. Гамильтониан диполь-дипольного взаимодействия
11. Роль каждого из шести операторов в гамильтониане диполь-дипольного взаимодействия
12. Усеченный гамильтониан диполь-дипольного взаимодействия
13. Метод моментов
14. Изменение второго момента при учете движения
15. Связь импульсных и непрерывных методов наблюдения ЯМР. Фурье-спектроскопия
16. Примеры резонансных кривых и их Фурье-образов
17. Химический сдвиг
18. Косвенное спин-спиновое взаимодействие
19. Расчет спектра системы  $A_3X$
20. Расчет спектра системы АВ
21. Найтовский сдвиг
22. Электрическое квадрупольное взаимодействие
23. Природа ядерной магнитной релаксации
24. Функции корреляции и спектральной плотности
25. Диполь-дипольная релаксация
26. Квадрупольная релаксация
27. Релаксация, связанная с анизотропией химического сдвига
28. Скалярная релаксация
29. Спин-вращательная релаксация
30. Последовательности импульсов для измерения времени  $T_2$  и коэффициента самодиффузии
31. Методы измерения времени  $T_1$  в лабораторной и вращающейся системах координат

Фонды оценочных средств дисциплин и ГИА прилагаются.



## 6. Учебно-методическое обеспечение

### Основная литература

1. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика: учебник для вузов / Савельев И. В. – 20-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 436 с. – Книга из коллекции Лань - Физика. – ISBN 978-5-507-52151-7. – URL: <https://e.lanbook.com/book/440105>.
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика: учебник для вузов / Савельев И. В. – 18-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 500 с. – Книга из коллекции Лань - Физика. – ISBN 978-5-507-51528-8. – URL: <https://e.lanbook.com/book/422636>.
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 / Савельев И. В. – 16-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2025. – 320 с. – Книга из коллекции Лань - Физика. – ISBN 978-5-507-50503-6. – URL: <https://e.lanbook.com/book/440198>.
4. Афонин, В. В. Электроника: учебное пособие / В. В. Афонин, К. А. Набатов, И. Н. Акулинин; Тамбовский государственный технический университет. – Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2014. – 81 с.: ил., табл. – Библиогр. в кн. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – <URL:<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=277351>>.
5. Берикашвили, В. Ш. Электроника и микроэлектроника: импульсная и цифровая электроника: учебное пособие для вузов / В. Ш. Берикашвили. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 242 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/539833> (дата обращения: 31.01.2025). – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-534-05543-6. – URL: <https://urait.ru/bcode/539833>.
6. Сажнев, А. М. Цифровые устройства и микропроцессоры : учебное пособие для вузов / А. М. Сажнев. – 3-е изд., пер. и доп. – Москва : Юрайт, 2024. – 148 с. – (Высшее образование). – URL: <https://urait.ru/bcode/543496> (дата обращения: 31.01.2025). – Режим доступа: Электронно-библиотечная система Юрайт, для авториз. пользователей. – ISBN 978-5-534-18602-4. – URL: <https://urait.ru/bcode/543496>.
7. Чернов, В. М. Лабораторный практикум по ядерному магнитному резонансу / В. М. Чернов, А. В. Бутаков. – Челябинск: [Челябинский государственный университет], 2009. – 81 с.: ил. – (Классическое университетское образование). – Библиогр. в конце работ. – ISBN 978-5-7271-0965-6. – <URL:<http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=texts/emc/000009/chernovvm>>.



8. Чернов, В. М. Лабораторный практикум по физическим основам электроники: учебное пособие / В. М. Чернов. – Челябинск: Издательство Челябинского государственного университета, 2015. – 95 с.: ил. – (Классическое университетское образование). – Библиогр. в конце работ. – ISBN 978-5-7271-1312-7. – <URL:<http://library.csu.ru/rbooks2/view2?code=local/007721/chernovvm>>.

### Дополнительная литература

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 1. Механика: учебное пособие. – 7. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2018. – 224 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1611-4. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369177>.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 2. Теория поля: учебное пособие. – 9. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2018. – 508 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1568-1. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369175>.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 3. Квантовая механика (нерелятивистская теория): учебное пособие. – 6. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016. – 800 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-0530-9. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369173>.
4. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 5. Статистическая физика. Часть 1: учебное пособие. – 6. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2018. – 620 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1510-0. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369174>.
5. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 6. Гидродинамика: учебное пособие. – 6. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2015. – 728 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1625-1. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369178>.
6. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред: учебное пособие. – 5. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2016. – 656 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1702-9. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369179>.
7. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика. Том 9. Статистическая физика. Теория конденсированного состояния. Часть 2: учебное пособие. – 5. – Москва: Издательская фирма "Физико-математическая литература" (ФИЗМАТЛИТ), 2018. – 440 с. – ВО - Бакалавриат. – ISBN 978-5-9221-1580-3. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=369176>.



8. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – Изд. 6-е, стер. – Москва: Физматлит, 2014. – 560 с.: ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1512-4 (Т. I). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275610>.
9. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – Изд. 6-е, стер. – Москва: Физматлит, 2014. – 544 с.: ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – ISBN 978-5-9221-1513-1. - ISBN 978-5-9221-1514-8 (Т. II). – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275624>.
10. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – 5-е изд., стер. – Москва: Физматлит, 2009. – 655 с. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – ISBN 978-5-9221-0673-3. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82998>.
11. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – 3-е изд., стер. – Москва: Физматлит, 2002. – 792 с. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – ISBN 5-9221-0228-1. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82981>.
12. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие / Д. В. Сивухин. – 2-е изд., стер. – Москва: Физматлит, 2002. – 783 с. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – ISBN 5-9221-0230-3. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82991>.
13. Киттель, Ч. Введение в физику твердого тела / Ч. Киттель. – Москва: Наука, 1978. – 788 с.: ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483361>.
14. Киттель, Ч. Статистическая термодинамика / Ч. Киттель. – Москва: б.и., 1977. – 336 с.: ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482833>.
15. Киттель, Ч. Элементарная статистическая физика / Ч. Киттель; под ред. С. В. Вонсовский; пер. с англ. Л. А. Шубина. – Москва: Издательство иностранной литературы, 1960. – 281 с.: ил. – Режим доступа: электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLINE», требуется авторизация. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=482830>.



## **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

1. Лань [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Лань. - URL: <http://e.lanbook.com/>.
2. Университетская библиотека онлайн [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / ООО Директмедиа Паблишинг. - URL: <http://biblioclub.ru/>.
3. Юрайт [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / издательство Юрайт. - URL: <https://urait.ru/>.
4. Znanium.com [Электронный ресурс]: электронно-библиотечная система (ЭБС) / Научно-издательский центр ИНФРА-М. - URL: <http://znanium.com/>.
6. eLIBRARY.RU [Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. – URL: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>.
7. ИНФОРМИО [Электронный ресурс]: электронный справочник [обеспечение всех типов образовательных учреждений нормативными, методическими, научно-практическими материалами]. – URL: <http://www.informio.ru/>.

## **Методические материалы для подготовки к государственному экзамену**

1. Положение о проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Челябинский государственный университет», утвержденное приказом университета от 01.09.2022 г. №515-1 (с изменениями от 02.04.2024 г. № 174-1);
2. Программа государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленности «Телекоммуникационные системы и информационные технологии».
3. Программа государственного экзамена по направлению подготовки 03.03.03 «Радиофизика» направленности «Телекоммуникационные системы и информационные технологии».

## **7. Материально-техническое обеспечение**

Для подготовки и сдачи государственного экзамена имеется необходимая материально-техническая база, соответствующая действующим санитарным и противопожарным правилам и нормам, обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки:



– лекционные аудитории, оснащенные мультимедийными комплексами на основе антивандальной трибуны;

– специализированные компьютерные классы с подключенным к ним периферийным устройством и оборудованием.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования:

- а) для лиц с нарушением слуха (акустический усилитель<sup>1</sup> и колонки, мультимедийный проектор);
- б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор (использование презентаций с укрупненным текстом);
- в) для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата (персональные мобильные компьютеры – нетбуки).

Обучение инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования:

- а) для лиц с нарушением слуха (акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор);
- б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор (использование презентаций с укрупненным текстом);
- в) для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата (персональные мобильные компьютеры – нетбуки).

| Название кабинета   | Оборудование   |
|---|--|
| Тифлотехническая аудитория, кабинет А-28 первого учебного корпуса                     | Тифлотехнические средства: брайлевский компьютер с дисплеем и принтером, тифлокомплекс «Читающая машина», телевизионное увеличивающее устройство, тифломагнитолы кассетные (3 шт.) и цифровые диктофоны (6 шт.). Специальное программное обеспечение: программа речевой навигации JAWS, речевые синтезаторы («говорящая мышь»), экранные лупы. |
| Сурдотехническая аудитория, кабинет А-27 первого учебного корпуса                     | радиокласс «Сонет-Р» (на 6 человек), программируемые слуховые аппараты (6 шт.) индивидуального пользования с устройством задания режима работы на компьютере, аудиотехника.  |
| Аудитория адаптивных информационных технологий, кабинет А-27 первого учебного корпуса | Компьютерный класс на 12 мест, интерактивная доска ActiveBoard с системой голосования, акустический усилитель и колонки, мультимедийный проектор, телевизор, видеомагнитофон, устройство видеоконференцсвязи VCON HD3000.  |

<sup>1</sup> Акустический усилитель предоставляется РУНЦИО.