

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Брянский государственный университет  
имени академика И.Г. Петровского»

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ  
ПОДПИСЬЮ

Сертификат:  
00C4A8EBB95CC6B9F28D0F9E44BDC357F8  
Владелец: Калоша Александр Иванович  
Действителен: с 25.05.2026 до 18.08.2027

Кафедра экспериментальной и  
теоретической физики

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_(Митрошенков Н.В.)  
«03»\_\_04\_\_2026 г.

**ПРОГРАММА**

**ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки

03.03.02 Физика

Направленность (профиль) программы

"Медицинская физика"

Уровень высшего образования: бакалавриат

Брянск 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                           |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....                                                               |  |
| 1. ЦЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (ГИА) .....                                   |  |
| 2. ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА .....                                              |  |
| 2.1 Компетенции обучающегося, выносимые на государственный экзамен .....                  |  |
| 2.2 Паспорт фонда оценочных средств государственного экзамена .....                       |  |
| 2.3 Примерный перечень вопросов и заданий к государственному экзамену .....               |  |
| 2.4 Критерии и показатели оценивания результатов государственного экзамена .....          |  |
| 2.5 Методические рекомендации выпускникам по подготовке к государственному экзамену ..... |  |
| 2.6 Список рекомендуемой учебно-методической литературы .....                             |  |
| 3. ПРОГРАММА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР) .....                         |  |
| 3.1 Цель и задачи ВКР .....                                                               |  |
| 3.2 Компетенции обучающегося, выносимые на защиту ВКР .....                               |  |
| 3.3 Методические рекомендации по подготовке и защите ВКР .....                            |  |
| 3.4 Критерии и показатели оценки результатов защиты ВКР .....                             |  |
| 3.5 Список рекомендуемой учебно-методической литературы .....                             |  |
| ПРИЛОЖЕНИЯ .....                                                                          |  |

## **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

Программа государственной итоговой аттестации (далее - ГИА) по направлению подготовки 03.03.02 Физика направленности (профилю) Медицинская физика составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО.

Нормативно-правовую базу разработки программы ГИА составляют:

- Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2012 года №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).
- Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования \_\_\_\_\_.
- Приказ Минобрнауки России от 06.04.2021 №245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры».
- Приказ Минобрнауки России от 29.06.2015 №636 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры» (с изм. и доп.).
- Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённый решением учёного совета Университета от 07.04.2022г., протокол №4 (приказ БГУ от 08.04.2022 г. №55).
- Положение об организации образовательной деятельности инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённое решением учёного совета Университета от 27.03.2025г., протокол №4 (приказ БГУ от 28.03.2025г. №51).
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённый решением учёного совета Университета от 27.03.2025г., протокол №4 (приказ БГУ от 28.03.2025г. №49)
- Порядок проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета и программам магистратуры с применением дистанционных образовательных технологий в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённый решением учёного совета Университета от 23.12.2020г., протокол №13 (приказ БГУ от 24.12.2020г. №146 с изменениями, внесёнными приказами БГУ от 08.04.2022 г. №55, от 29.03.2024 г. №37).
- Положение о выпускной квалификационной работе по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённое решением учёного совета Университета от 26.09.2019г., протокол №1 (приказ БГУ от 30.09.2019г. №105 с изменениями, внесёнными приказом БГУ от 08.04.2022 г. №55).
- Положение о подготовке и защите выпускной квалификационной работы в виде стартапа по образовательным программам высшего образования – программам

бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры в ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», утверждённое решением учёного совета Университета от 06.04.2023г., протокол №3 (приказ БГУ от 06.04.2023г. №46).

## 1. ЦЕЛЬ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ (ГИА)

Государственная итоговая аттестация проводится государственными экзаменационными комиссиями в целях определения соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы соответствующей требованиям федерального государственного образовательного стандарта высшего образования.

В соответствии с основной профессиональной образовательной программой, ГИА предполагает проверку сформированности у обучающихся следующих компетенций:

### 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.<br><br>Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач                                 | УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя этапы ее решения, действия по решению задачи                                                                                                          |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-1.2. Находит, критически анализирует и выбирает информацию, необходимую для решения поставленной задачи                                                                                |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-1.3. Рассматривает различные точки зрения на поставленную задачу и выявляет степень их доказательности в рамках научного мировоззрения                                                 |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-1.4. Определяет возможные варианты решения поставленной задачи, аргументированно оценивая их достоинства и недостатки                                                                  |
| Разработка и реализация проектов                          | УК-2.<br><br>Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и | УК-2.1. Проводит декомпозицию поставленной цели проекта в задачах                                                                                                                         |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-2.2. Осуществляет поиск необходимой информации для достижения задач проекта                                                                                                            |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-2.3. Выявляет и анализирует различные способы решения задач в рамках поставленной цели и аргументирует их выбор, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений |
|                                                           |                                                                                                                                                                             | УК-2.4. Представляет результаты решения задач в рамках цели проекта                                                                                                                       |

|                              |                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                            |
|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              | ограничений                                                                                                                                            |                                                                                                                                                            |
| Командная работа и лидерство | УК-3. Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде                                                              | УК-3.1. Понимает эффективность использования стратегии сотрудничества для достижения поставленной цели, определяет свою роль в команде                     |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-3.2. Учитывает особенности поведения и интересы других участников при реализации своей роли в социальном взаимодействии и командной работе              |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата                         |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-3.4. Эффективно взаимодействует с другими членами команды, участвует в обмене информацией, знанием и опытом, в презентации результатов работы команды   |
| 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. Выбирает коммуникативные стратегии и тактики, стиль общения на русском языке в зависимости от целей и условий партнёрства, ситуации взаимодействия |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на русском языке, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем            |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-4.3. Грамотно строит диалогическую речь в рамках межличностного и межкультурного общения на иностранном(ых) языке(ах)                                   |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-4.4. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на иностранном(ых) языке(ах) с учетом социокультурных особенностей                             |
|                              |                                                                                                                                                        | УК-4.5. Осуществляет поиск необходимой информации для решения коммуникативных задач с применением информационно-коммуникационных технологий                |
| Межкультурное взаимодействие | УК-5.<br><br>Способен воспринимать                                                                                                                     | УК-5.1. Находит и использует необходимую для взаимодействия с другими членами общества информацию о культурных особенностях и традициях различных          |

|                                                                        |                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                        | <p>межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах</p>                                                         | социальных и национальных групп                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-5.2. Демонстрирует уважительное отношение к историческому наследию и культурным традициям различных национальных и социальных групп в процессе межкультурного взаимодействия на основе знаний основных этапов развития России в социально-историческом, этическом и философском контекстах</p> |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-5.3. Выстраивает взаимодействие с учетом национальных и социокультурных особенностей на принципах толерантности и этических нормах</p>                                                                                                                                                         |
| <p>Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровьесбережение)</p> | <p>УК-6.</p> <p>Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни</p> | <p>УК-6.1. Определяет свои личные ресурсы, возможности и ограничения для достижения поставленной цели</p>                                                                                                                                                                                            |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-6.2. Создает и достраивает индивидуальную траекторию саморазвития и профессионального роста</p>                                                                                                                                                                                                |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-6.3. Использует инструменты рационального распределения временных и информационных ресурсов</p>                                                                                                                                                                                                |
|                                                                        | <p>УК-7.</p> <p>Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности</p>    | <p>УК-7.1. Использует основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности</p>                                                                                        |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-7.2. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности</p>                                                                                                                                                  |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-7.3. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности</p>                                                                                                                                                             |
| <p>Безопасность жизнедеятельности</p>                                  | <p>УК-8.</p> <p>Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности</p>                                                    | <p>УК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания</p>                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках профессиональной деятельности</p>                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                        |                                                                                                                                                                 | <p>УК-8.3. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники</p>                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                            | безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов | безопасности на рабочем месте                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                            |                                                                                                                                                                                                   | УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, оказывает помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Инклюзивная компетентность                                 | УК-9 Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах                                                                                                | <p>УК-9.1 Применяет базовые дефектологические знания в инклюзивной практике социально-профессионального взаимодействия для социальной адаптации лиц с ОВЗ и инвалидов</p> <p>УК-9.2 Понимает важность соблюдения принципов социально-психологической адаптации лиц с ОВЗ в социальной и профессиональной сферах с учетом их клинико-психологических особенностей</p> <p>УК-9.3 Умеет толерантно и конструктивно взаимодействовать с лицами с ОВЗ в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления их социальной интеграции</p> |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                            |                                                                                                                                                                                                   | 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 коррупционному поведению                                                                                                                       | УК-11.1. Демонстрирует знание правовых норм в сфере противодействия коррупции в Российской Федерации, приоритетные задачи государства в борьбе с коррупцией                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                            |                                                                                                                                                                                                   | УК-11.2. Анализирует факторы формирования коррупционного поведения и его виды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                            |                                                                                                                                                                                                   | УК-11.3. Выбирает инструменты и методы формирования нетерпимого отношения к коррупционному поведению и его пресечения                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|  |                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                |
|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;                                             | ОПК-1.1.<br>Демонстрирует базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-1.2.<br>Применяет базовые знания по физике при решении профессиональных задач                                                              |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-1.3.<br>Использует математические методы для решения профессиональных задач                                                                |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-1.4.<br>Демонстрирует умения применять базовые знания по естественным наукам при решении профессиональных задач                            |
|  | ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;                                               | ОПК-2.1.<br>Планирует и проводит экспериментальные исследования физических объектов, систем и процессов                                        |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-2.2.<br>Реализует теоретические исследования физических объектов и систем и процессов                                                      |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-2.3.<br>Представляет результаты исследований физических объектов, систем и процессов                                                       |
|  | ОПК-3. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности. | ОПК-3.1. Планирует профессиональную деятельность с применением современных информационных технологий                                           |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-3.2. Использует современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности               |
|  |                                                                                                                                                                                             | ОПК-3.3. <b>Соблюдает требования</b> информационной безопасности.                                                                              |

#### Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения

| Код и наименование профессиональной компетенции                                    | Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных | ПК-1.1.<br>Планирует научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в |

|                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-1 | том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий<br>ПК-1.2. Проводит научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий<br>ПК-1.3. Представляет результаты научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной и информационных технологий |
| ПК-2.<br>Способен применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований                                                                                                        | ПК-2.1. Демонстрирует знания теории и методов физических исследований.<br>ПК-2.2. Использует методы физических исследований в профессиональной деятельности<br>ПК-2.3. Анализирует и объясняет результаты физических исследований полученные при решении профессиональных задач                                                                                                                                                                                                |
| ПК-3.<br>Способен пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований                                                             | ПК-3.1. Демонстрирует знание современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации<br>ПК-3.2. Осуществляет выбор оптимальных методов обработки, анализа и синтеза физической информации при решении профессиональных задач<br>ПК-3.3. Применяет методы обработки, анализа и синтеза физической информации при решении профессиональных задач                                                                                                                  |

### **Государственная итоговая аттестация включает:**

1. Подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена (если Университет включил государственный экзамен в состав ГИА).

Государственный экзамен проводится по : Механика, Молекулярная физика и термодинамика, Электричество и магнетизм, Оптика, Квантовая оптика, Атомная физика, Электродинамика, Строение вещества. Квантовая теория, Медицинская и биологическая физика, Радиология, Электроника и медицинские измерительные преобразователи

2. Выполнение и защиту выпускной квалификационной работы/Подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы.

## **2. ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**

### **2.1 Компетенции обучающегося, выносимые на государственный экзамен**

В ходе государственного экзамена проверяется сформированность следующих компетенций: \_\_ УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; УК-7; УК-8; УК-9; УК-10; УК-11; ОПК-1; ОПК-3; ПК-2; ПК-3

### **2.2 Паспорт фонда оценочных средств государственного экзамена**

| Код и | Код и наименование индикатора | Номер оценочного |
|-------|-------------------------------|------------------|
|-------|-------------------------------|------------------|

| наименование<br>универсальной<br>компетенции                                                                                                                                                                                | достижения<br>универсальной компетенции                                                                                                                                                                  | задания<br><i>(из примерного перечня<br/>вопросов и заданий<br/>государственного<br/>экзамена)</i> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1.<br><br>Способен<br>осуществлять<br>поиск, критический<br>анализ и синтез<br>информации,<br>применять<br>системный подход<br>для решения<br>поставленных<br>задач                                                      | УК-1.1. Анализирует задачу, выделяя<br>этапы ее решения, действия по<br>решению задачи                                                                                                                   | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-1.2. Находит, критически<br>анализирует и выбирает информацию,<br>необходимую для решения<br>поставленной задачи                                                                                      | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-1.3. Рассматривает различные точки<br>зрения на поставленную задачу и<br>выявляет степень их доказательности в<br>рамках научного мировоззрения                                                       | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-1.4. Определяет возможные<br>варианты решения поставленной<br>задачи, аргументированно оценивая их<br>достоинства и недостатки                                                                        | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
| УК-2.<br><br>Способен<br>определять круг<br>задач в рамках<br>поставленной цели<br>и выбирать<br>оптимальные<br>способы их<br>решения, исходя из<br>действующих<br>правовых норм,<br>имеющихся<br>ресурсов и<br>ограничений | УК-2.1. Проводит декомпозицию<br>поставленной цели проекта в задачах                                                                                                                                     | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-2.2. Осуществляет поиск<br>необходимой информации для<br>достижения задач проекта                                                                                                                     | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-2.3. Выявляет и анализирует<br>различные способы решения задач в<br>рамках поставленной цели и<br>аргументирует их выбор, исходя из<br>действующих правовых норм,<br>имеющихся ресурсов и ограничений | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-2.4. Представляет результаты<br>решения задач в рамках цели проекта                                                                                                                                   | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
| УК-3.<br><br>Способен<br>осуществлять<br>социальное<br>взаимодействие и<br>реализовывать<br>свою роль в<br>команде                                                                                                          | УК-3.1. Понимает эффективность<br>использования стратегии<br>сотрудничества для достижения<br>поставленной цели, определяет свою<br>роль в команде                                                       | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |
|                                                                                                                                                                                                                             | УК-3.2. Учитывает особенности<br>поведения и интересы других<br>участников при реализации своей роли<br>в социальном взаимодействии и                                                                    | Ч1.1-41, Ч2.1-29                                                                                   |

|                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                  |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                | командной работе                                                                                                                                                                                 |                  |
|                                                                                                                                                                | УК-3.3. Анализирует возможные последствия личных действий и планирует последовательность шагов для достижения заданного результата                                                               | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-3.4. Эффективно взаимодействует с другими членами команды, участвует в обмене информацией, знанием и опытом, в презентации результатов работы команды                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-4.<br><br>Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(ых) языке(ах) | УК-4.1. Выбирает коммуникативные стратегии и тактики, стиль общения на русском языке в зависимости от целей и условий партнёрства, ситуации взаимодействия                                       | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-4.2. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на русском языке, учитывая особенности стилистики официальных и неофициальных писем                                                  | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-4.3. Грамотно строит диалогическую речь в рамках межличностного и межкультурного общения на иностранном(ых) языке(ах)                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-4.4. Демонстрирует умение осуществлять деловую переписку на иностранном(ых) языке(ах) с учетом социокультурных особенностей                                                                   | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-4.5. Осуществляет поиск необходимой информации для решения коммуникативных задач с применением информационно-коммуникационных технологий                                                      | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-5.<br><br>Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском                                       | УК-5.1. Находит и использует необходимую для взаимодействия с другими членами общества информацию о культурных особенностях и традициях различных социальных и национальных групп                | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                | УК-5.2. Демонстрирует уважительное отношение к историческому наследию и культурным традициям различных национальных и социальных групп в процессе межкультурного взаимодействия на основе знаний | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |

|                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                        |                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| контекстах                                                                                                                                           | основных этапов развития России в социально-историческом, этическом и философском контекстах                                                                                                           |                  |
|                                                                                                                                                      | УК-5.3. Выстраивает взаимодействие с учетом национальных и социокультурных особенностей на принципах толерантности и этических нормах                                                                  | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-6.<br>Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни | УК-6.1. Определяет свои личные ресурсы, возможности и ограничения для достижения поставленной цели                                                                                                     | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-6.2. Создает и достраивает индивидуальную траекторию саморазвития и профессионального роста                                                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-6.3. Использует инструменты рационального распределения временных и информационных ресурсов                                                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-7.<br>Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности    | УК-7.1. Использует основы физической культуры для осознанного выбора здоровьесберегающих технологий с учетом физиологических особенностей организма и условий реализации профессиональной деятельности | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-7.2. Планирует свое рабочее и свободное время для оптимального сочетания физической и умственной нагрузки и обеспечения работоспособности                                                           | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-7.3. Соблюдает и пропагандирует нормы здорового образа жизни в различных жизненных ситуациях и в профессиональной деятельности                                                                      | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-8.<br>Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные                                         | УК-8.1. Анализирует факторы вредного влияния элементов среды обитания                                                                                                                                  | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-8.2. Идентифицирует опасные и вредные факторы в рамках профессиональной деятельности                                                                                                                | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                      | УК-8.3. Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем                                                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |

|                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов | месте                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |
|                                                                                                                                                                                        | УК-8.4. Разъясняет правила поведения при возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, оказывает помощь, описывает способы участия в восстановительных мероприятиях                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-9 Способен использовать базовые дефектологические знания в социальной и профессиональной сферах                                                                                     | <p>УК-9.1 Применяет базовые дефектологические знания в инклюзивной практике социально-профессионального взаимодействия для социальной адаптации лиц с ОВЗ и инвалидов</p> <p>УК-9.2 Понимает важность соблюдения принципов социально-психологической адаптации лиц с ОВЗ в социальной и профессиональной сферах с учетом их клинико-психологических особенностей</p> <p>УК-9.3 Умеет толерантно и конструктивно взаимодействовать с лицами с ОВЗ в целях успешного выполнения профессиональных задач и усиления их социальной интеграции</p> | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| 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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                        | 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                                                                                                                                                                                                                                                          | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| УК-11.                                                                                                                                                                                 | УК-111.1. Демонстрирует знание правовых норм в сфере                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |

|                                                                                                                                                 |                                                                                                                                             |                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению                                                                            | противодействия коррупции в Российской Федерации, приоритетные задачи государства в борьбе с коррупцией                                     |                 |
|                                                                                                                                                 | УК-11.2. Анализирует факторы формирования коррупционного поведения и его виды                                                               | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | УК-11.3. Выбирает инструменты и методы формирования нетерпимого отношения к коррупционному поведению и его пресечения                       | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
| ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности; | ОПК-1.1. Демонстрирует базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-1.2. Применяет базовые знания по физике при решении профессиональных задач                                                              | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-1.3. Использует математические методы для решения профессиональных задач                                                                | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-1.4. Демонстрирует умения применять базовые знания по естественным наукам при решении профессиональных задач                            | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
| ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;   | ОПК-2.1. Планирует и проводит экспериментальные исследования физических объектов, систем и процессов                                        | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-2.2. Реализует теоретические исследования физических объектов и систем и процессов                                                      | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-2.3. Представляет результаты исследований физических объектов, систем и процессов                                                       | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
| ОПК-3. Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной                    | ОПК-3.1. Планирует профессиональную деятельность с применением современных информационных технологий                                        | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-3.2. Использует современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности            | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                 | ОПК-3.3. <b>Соблюдает требования</b>                                                                                                        | Ч1.1-41,Ч2.1-29 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                             |                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| деятельности, соблюдая требования информационной безопасности.                                                                                                                                                                                                                                     | информационной безопасности.                                                                                                                                                                                                                |                  |
| ПК-1 Способен проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта ПК-1 | ПК-1.1. Планирует научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-1.2. Проводит научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы и информационных технологий                                                  | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-1.3. Представляет результаты научных исследований в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной и информационных технологий                                        | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| ПК-2. Способен применять на практике профессиональные знания теории и методов физических исследований                                                                                                                                                                                              | ПК-2.1. Демонстрирует знания теории и методов физических исследований.                                                                                                                                                                      | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-2.2. Использует методы физических исследований в профессиональной деятельности                                                                                                                                                           | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-2.3. Анализирует и объясняет результаты физических исследований полученные при решении профессиональных задач                                                                                                                            | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
| ПК-3. Способен пользоваться современными методами обработки, анализа и синтеза физической информации в избранной области физических исследований                                                                                                                                                   | ПК-3.1. Демонстрирует знание современных методов обработки, анализа и синтеза физической информации                                                                                                                                         | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ПК-3.2. Осуществляет выбор оптимальных методов обработки, анализа и синтеза физической информации при решении профессиональных задач                                                                                                        | Ч1.1-41, Ч2.1-29 |

## **2.3 Примерный перечень вопросов и заданий к государственному экзамену**

Часть 1. Модули «Общая физика», «Теоретическая физика»

### **1. Кинематика, её предмет, основные понятия и модели**

Знать Основные кинематические характеристики частицы. Уравнения движения материальной точки в случае равномерного, равноускоренного движения и движения частицы по окружности.

Уметь Нормальная и тангенциальная компоненты ускорения. Кинематика вращательного движения абсолютно твердого тела. Теоремы сложения скоростей и ускорений.

Владеть Расчет скорости и ускорения частицы при ее движении во вращающейся системе отсчета.

[1] § 1 - §4; [2] 1.1-1.5; [7] 1.1-1.9

### **2. Динамика, её предмет, основные понятия и модели. Основные законы динамики**

Знать Основные понятия и модели динамики (масса, сила, ИСО и др.). Принцип относительности Галилея и Эйнштейна. Ковариантность уравнений движения. Законы Ньютона, границы их применимости.

Уметь Применение законов Ньютона для решения основной и обратной задачи динамики для системы материальных точек. Принцип причинности.

Владеть Расчет движения систем связанных тел с использованием законов Ньютона.

[1] § 5 - §8; [2] 2.1-2.12; [7] 2.1-2.6

### **3. Законы сохранения энергии, импульса, момента импульса в классической механике**

Знать Импульс, момент импульса, механическая работа, потенциальные силы, потенциальное поле, кинетическая и потенциальная энергия, механическая энергия.

Уметь Законы сохранения импульса и момента импульса. Закон сохранения механической энергии. Теорема об изменении механической энергии.

Владеть Связь законов сохранения с симметрией пространства и времени. [1] § 9, § 11 - §15, § 19; [2] 3.1-3.12; [7] 2.7, 4.1-4.3

### **4. Теоремы об изменении кинетической энергии, импульса, момента импульса и о движении центра масс механической системы**

Знать Теорема об изменении кинетической энергии. Теоремы об изменении и сохранении отдельных составляющих импульса и момента импульса механической системы.

Уметь Теорема о движении центра масс. Теорема Кенига о кинетической энергии системы материальных точек.

Владеть Методика перехода в систему отсчета, связанную с центром масс.

[1] § 11 - §15.

### **5. Динамика вращательного движения твердого тела**

Знать Момент инерции. Момент силы. Основное уравнение динамики вращательного движения. Кинетическая энергия вращательного движения. Условия равновесия твердого тела.

Уметь Теорема Штейнера. Моменты инерции тел вращения

Владеть Гироскоп. Связь момента импульса и угловой скорости. Тензор инерции [1] § 16 - §18; [2] 5.1-5.4, 5.6-5.9; [7] 4.2-4.8

**6. Задача двух тел. Столкновения. Движение в центрально-симметричном поле.**

Знать Понятие о задаче двух тел. Упругие и неупругие столкновения. Движение в центрально-симметричном поле. Закон всемирного тяготения. Космические скорости.

Уметь Качественное исследование движения в центрально-симметричном поле.

Владеть Задача Кеплера. Астрономические законы Кеплера как следствия общих законов классической механики и закона всемирного тяготения.

[1] § 15, § 22, § 26; [2] 3.14, 7.1-7.5; [7] 11.1-11.6

**7. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции**

Знать Динамика движения материальной точки в неинерциальной системе отсчета.

Виды сил инерции (центробежная, Кориолиса и т.д.) Проявление сил инерции.

Уметь Решение задач с использованием перехода в неинерциальную систему отсчета Владеть Описание движение частицы в произвольной неинерциальной системе отсчета. [1] § 27; [2] 4.1-4.4; [5] 1.1-1.11; [7] 5.2-5.4

**8. Малые колебания механических систем. Гармонический осциллятор**

Знать Виды малых колебаний механической системы. Свободные колебания одномерной механической системы. Гармонический осциллятор. Затухающие колебания.

Уметь Вынужденные колебания одномерной механической системы при наличии сил вязкого трения. Резонанс. Резонансная кривая

Владеть Понятие о фазовом пространстве. Фазовые траектории гармонического осциллятора

. [1] §§ 140 - 142, §§146 - 148; [2] 8.1-8.12

**9. Распространение механических колебаний. Волны**

Знать Физические величины, характеризующие механические волны. Длина волны. Скорость распространения колебаний. Уравнение плоской гармонической волны. Виды механических волн. Звук и его характеристики.

Уметь Перенос энергии в волне. Вектор Умова-Пойнтинга.

Владеть Волновое уравнение. Эффект Доплера. [1] §§ 153 - 159.

**10. Экспериментальные основы молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение кинетической теории идеального газа.**

Знать: Основные положения МКТ. Основное уравнение МКТ. Давление газа, температура, концентрация, количество вещества, масса молекулы, молярная масса.

Уметь: Опытные факты для объяснения основных положений МКТ.

Классические статистические распределения Максвелла и Больцмана.

Барометрическая формула.

Владеть: Средняя, среднеквадратичная, наиболее вероятная скорости молекул газа.

Литература [1] 43 – 47; [3] 2.1-2.9; 1.14.

**11. Реальный газ. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Фазовые переходы.**

Знать Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическое состояние вещества. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

Уметь: Экспериментальные изотермы реального газа. Сопоставление изотерм Ван-дер-Ваальса с экспериментальными изотермами. Классификация фазовых переходов.

Владеть: Характерные особенности фазовых переходов первого и второго рода.  
Литература [1] 60 – 63; [3] 1.13; 6.1-6.7

## **12. Первый закон термодинамики. Применение первого закона**

термодинамики к различным процессам

Знать. Идеальный газ, изопроцессы, их уравнения и графики, адиабатный процесс, политропические процессы. Первый закон термодинамики, работа газа, внутренняя энергия, количество теплоты. Невозможность построения вечного двигателя.

Уметь: Применение первого закона термодинамики к различным процессам.  
Уравнение Пуассона.

Владеть: Графики изопроцессов в различных координатах.

Литература [1] 50 – 55; [2] 1.3-1.12

## **13. Второй закон термодинамики. Тепловые двигатели**

Знать: Различные формулировки второго закона термодинамики. Энтропия. Цикл Карно. Теорема Нернста (третий закон термодинамики).

Уметь: Принцип работы тепловых двигателей. Невозможность построения вечного двигателя второго рода.

Владеть: Цикл Отто. Цикл Дизеля. Коэффициент полезного действия реальных тепловых двигателей.

Литература [1] 56 – 59; [3] 3.1-3.5

## **14. Статистики систем, состоящих из одинаковых микрочастиц. Квантовые распределения**

Знать: Квантовые распределения Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна, Максвелла - Больцмана. Бозоны. Фермионы.

Уметь: Вырожденный газ. Критерий вырождения. Вырожденный электронный газ в металле. Энергия Ферми.

Владеть: Применение квантовых распределений в теории кристаллов (электронный газ в металле, колебания кристаллической решетки). Фотонный газ.

Литература [1] 234 - 238

Электричество и магнетизм. Электродинамика

## **15. Электрическое поле в вакууме, его основные характеристики. Закон Кулона. Теорема Остроградского-Гаусса. Потенциал электростатического поля.**

Знать: Дискретность электрического заряда. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Силовая линия. Принцип суперпозиции

электрических полей. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме. Циркуляция вектора напряженности. Работа силы электрического поля по перемещению заряда в нем. Потенциал, разность потенциалов. Эквипотенциальные поверхности. Градиент потенциала.

Уметь: Расчет напряженности электрического поля диполя. Расчет потенциала от системы точечных зарядов.

Владеть: Метод расчета напряженности и разности потенциалов электрического поля от симметрично распределенных зарядов с использованием теоремы Гаусса.

[1] § 77 - §86, [8] 1.2-1.7

**16. Законы постоянного тока. Напряжение. Электродвижущая сила. Законы Кирхгофа. Работа и мощность в цепи постоянного тока. Закон Джоуля-Ленца**

Знать: Ток проводимости, конвекционный ток. Сила тока. Плотность тока. Источник тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Напряжение. Однородный проводник. Сопротивление проводника. Удельное электрическое сопротивление. Законы Ома. Работа электрического поля по перенесению заряда. Закон Джоуля-Ленца.

Уметь: Вывод закона Ома для полной электрической цепи.

Владеть: Правила Кирхгофа. Расчет электрических цепей со смешанным соединением резисторов.

[1] § 96 - §101, [8] 2.1-2.5.

**17. Электромагнитное поле в вакууме и его характеристики. Сила Лоренца. Относительность понятий электрического и магнитного полей. Вихревой характер магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Закон Ампера.**

Знать: Вектор магнитной индукции. Сила Лоренца. Сила Ампера. Правило левой руки. Взаимодействие токов. Магнитное поле проводника с током, его характеристики. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока. Магнитное поле в центре кругового проводника с током. Виток с током в магнитном поле. Вращение рамки с током в магнитном поле. Магнитный момент.

Уметь: Расчет индукции магнитного поля от бесконечного прямолинейного проводника с током.

Владеть: Движение заряженных частиц в магнитном поле. Принцип работы ускорителя заряженных частиц.

[1] § 109 - §115; [8], 5.1, 4.4, 4.1-4.2

**18. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции, его интегральная и дифференциальная формы. Правило Ленца. Практическое применение явления электромагнитной индукции. Энергия магнитного поля.**

Знать: Индукционный ток. Правило Ленца. Электродвижущая сила электромагнитной индукции. Вихревые токи. Индуктивность контура. Самоиндукция. Практическое применение явления электромагнитной индукции.

Уметь: Расчет энергии магнитного поля, созданного током.

Владеть: Принцип работы электрогенераторов и электродвигателей. [1] § 122 - §130; [8] 7.1-7.3

**19. Колебательный контур. Собственные электрические колебания в контуре. Затухающие колебания в электрическом контуре с активным сопротивлением. Вынужденные колебания. Генерация незатухающих колебаний.**

Знать: Период колебаний. Формула Томсона. Аналогия между механическими и электромагнитными колебаниями. Коэффициент затухания. Амплитуда затухающих колебаний. Время релаксации. Декремент затухания. Логарифмический декремент затухания. Добротность.

Уметь: Вывод формулы Томсона для периода колебаний в колебательном контуре.

Владеть: Взаимосвязь временных зависимостей заряда конденсатора, силы тока в контуре, напряжения на конденсаторе, ЭДС самоиндукции на катушке индуктивности.

[1] § 143, § 147 - §148; [8] 10.1-10.5, 11.1-11.2

**20. Квазистационарный ток. Закон Ома для цепей переменного тока. Действующие значения силы тока и напряжения. Резонанс токов. Резонанс напряжений.**

Знать: Квазистационарный ток. Переменный ток, текущий через резистор сопротивления. Переменный ток, текущий через катушку индуктивностью  $L$ . Реактивное индуктивное сопротивление. Переменный ток, текущий через конденсатор емкостью  $C$ . Реактивное емкостное сопротивление. Полное сопротивление цепи.

Уметь: Расчет мощности, выделяемой в цепи переменного тока.

Владеть: Резонанс напряжений. Резонанс токов. [1] § 149 - §152; [8] 10.1-10.3

**21. Полная система уравнений Максвелла для электромагнитного поля в вакууме в интегральной и дифференциальной формах. Физический смысл каждого уравнения, их основные свойства.**

Знать: Ток смещения. Плотность тока смещения. Плотность тока поляризации. Полный ток. Циркуляция, ротор, дивергенция вектора.

Уметь: Получать систему уравнений Максвелла в интегральной и дифференциальной формах.

Владеть: Связь между электрическими и магнитными характеристиками электромагнитного поля.

[1] § 137 - §139; [8] 9.2

**22. Поток электромагнитной энергии. Вектор Умова-Пойнтинга. Электромагнитные волны, их свойства. Излучение электромагнитных волн.**

Знать: Экспериментальное получение электромагнитных волн. Открытый колебательный контур (вибратор Герца). Способы генерации электромагнитных волн в различных диапазонах шкалы электромагнитных волн. Объемная плотность энергии. Импульс электромагнитной волны. Поглощение, отражение, преломление электромагнитных волн.

Уметь: Записать волновое уравнение электромагнитной волны. Скорость распространения электромагнитных волн в различных средах.

Владеть: Поперечность электромагнитных волн. Давление света. [1] § 161 - §164; [5] 2.1-2.4; [8] 12.1-12.3

**23. Классическая теория электропроводности металлов и вывод из неё законов Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Электрический ток в электролитах. Закон Ома для электролитов. Закон Фарадея. Явление сверхпроводимости.**

Знать: Опыт Рикке. Носители электрического тока в металлах. Тепловая и упорядоченная скорость движения электронов в металлах.

Уметь: Вывод законов Ома и Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.

Владеть: Электрический ток в электролитах. Закон Ома для электролитов. Закон Фарадея. Явление сверхпроводимости.

[1] § 102 - §103, § 239; [8] 3.1

**24. Электропроводность полупроводников. Зависимость электрического сопротивления полупроводников от различных факторов. Собственная и примесная проводимость. Свойства р-п перехода. Полупроводниковые приборы (диод, транзистор). Применение полупроводниковых приборов.**

Знать: Зонная теория твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории. Собственная проводимость полупроводников. Электронная и дырочная проводимость. Примесная проводимость  $n$  и  $p$ - типа. Донорные и акцепторные примеси.

Уметь: Вольтамперная характеристика  $p$ - $n$ - перехода.

Владеть: Принцип работы полупроводниковых приборов (диод, транзистор). Применение полупроводниковых приборов.

[1] §§ 240 – 243, 249-250. [8] 3.6

**25. Электрическое поле в диэлектриках. Поляризация диэлектриков. Вектор электрической индукции. Теорема Остроградского-Гаусса для поля в диэлектрике, ее интегральная и дифференциальная формы.**

Знать: Полярные и неполярные диэлектрики. Электронная, ориентационная и ионная поляризации. Поляризованность. Диэлектрическая восприимчивость вещества, диэлектрическая проницаемость среды. Вектор электрического смещения.

Уметь: Применять теорему Остроградского-Гаусса для поля в диэлектрике.

Владеть: Расчет напряженности электрического поля внутри диэлектрика. [1] § 87 - §90;

**26. Магнитное поле в веществе. Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Магнитный гистерезис. Доменная структура ферромагнетика.**

Знать: Магнитные моменты электронов и атомов. Спин. Спиновый магнитный момент. Диамагнитный эффект. Диамагнетизм, парамагнетизм, ферромагнетизм. Намагниченность. Магнитная восприимчивость вещества.

Уметь: Строить и объяснять петлю магнитного гистерезиса.

Владеть: Доменная структура ферромагнетика. Представление о природе ферромагнетизма. [1] § 131 - §136; [8] 8.1-8.6

Оптика и теория относительности

**27. Основы геометрической оптики. Законы распространения света. Линзы и зеркала.**

Знать: Законы прямолинейного распространения, отражения и преломления света. Принцип Ферма. Явление полного внутреннего отражения. Связь показателя преломления со скоростью света в данной среде. Формулы сферического зеркала и тонкой линзы. Фотометрия: фотометрические величины.

Уметь: Построение изображений в линзах и зеркалах. Отклонение светового луча призмой. Пользоваться оптическими приборами, собирать с их помощью лабораторные установки.

Владеть: Решение задач по геометрической оптике. [1] § 165 - §168; [5] 3.6-3.8; [9] 1.2, 4.1-4.10

**28. Квантовая природа излучения. Законы теплового излучения. Гипотеза Планка.**

Знать: Равновесное излучение и его законы. Абсолютно чёрное тело. Излучательная и поглощательная способности тела. Закон Кирхгофа. "Ультрафиолетовая катастрофа". Квантовая гипотеза Планка.

Уметь: Закон Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Применение законов теплового излучения при решении задач на тему «Квантовая природа излучения»

Владеть: Навыками решения задач и постановки демонстрационных экспериментов на тему Квантовая природа излучения.

[1] § 197 - §200; [6] 1.1-1.7; [9] 9.6-9.8

**29. Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры**

Знать: Спонтанное и вынужденное излучение. Лазеры. Возможность усиления и генерации когерентного светового пучка за счёт индуцированного излучения.

Трёхуровневая схема квантового генератора. Применение лазеров.

Уметь: Объяснение принципа генерации когерентных волн при помощи лазера. Схема работы лазера.

Владеть: Использование лазеров для постановки демонстрационных экспериментов по волновой оптике.

[1] § 232 - §233; [6] 5.15-5.16

### **30. Интерференция света. Методы наблюдения интерференции света.**

Знать: Явление интерференции. Временная и пространственная когерентность. Условия максимального взаимного усиления и ослабления двух волн. Методы наблюдения интерференции света. Применение интерференции.

Уметь: Интерференция света в тонких пленках. Интерференция от двух щелей (опыт Юнга). Кольца Ньютона.

Владеть: Решения задач на тему «Интерференция света». Наблюдение интерференции света.

[1] § 170 - §175; [5]4.1-4.6; [9] 2.4, 2.7

### **31. Дифракция света. Дифракционная решетка.**

Знать: Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на круглом отверстии и диске. Дифракция Фраунгофера на одной щели. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей. Понятие о рентгеноструктурном анализе.

Уметь: Метод зон Френеля. Зонная пластинка.

Владеть: Разрешающая способность оптических приборов. Решение задач на тему «Дифракция света».

[1] § 176 - §182; [5] 5.1-5.8; [9] 3.1, 3.5-3.6

### **32. Взаимодействие света с веществом. Дисперсия света. Поглощение света.**

Знать: Особенности распространения света в среде. Фазовая и групповая скорости. Дисперсия света. Закон Бугера для поглощения света. Спектры испускания и поглощения. Линейчатый, полосатый и сплошной спектры. Спектральный анализ. Цвет неба и зорь.

Уметь Электронная теория дисперсии и поглощения света. Методы получения и анализа спектров.

Владеть: Решение задач на тему «Дисперсия света». [1] § 185 - §187; [5] 7.1-7.5; [9] 5.2-5.4, 5.7

### **33. Поляризация света.**

Знать: Естественный и поляризованный свет. Поляризаторы и анализаторы. Закон Малюса. Поляризация света при отражении от диэлектрика. Угол Брюстера.

Уметь: Двойное лучепреломление. Вращение плоскости поляризации. Применение явления поляризации на практике.

Владеть: Решение задач на тему «Поляризация света». [1] § 190 - §196; [5] 6.1-6.8; [9] 8.1-8.4

### **34. Специальная теория относительности. Кинематика СТО**

Знать: Понятие скорости света. Классические опыты по измерению скорости света. Экспериментальные основания СТО. Постулаты Эйнштейна. Преобразования Лоренца. Относительность длины тел и длительности событий

Уметь: Инварианты СТО. Пространственно-временной интервал. Диаграммы Минковского. Релятивистский закон сложения скоростей.

Владеть: Решение задач о движении тел со скоростями, близкими к скорости света. [1] § 35 - §38; [2] 6.1-6.4

### **35. Релятивистская динамика. Общая теория относительности**

Знать: Основы релятивистской динамики. Понятия массы и энергии в релятивистской динамике. Импульс и кинетическая энергия в релятивистском случае. Понятие об общей теории относительности.

Уметь: Принцип эквивалентности. Эффекты, подтверждающие ОТО. Владеть: Применение основных понятий ОТО при решении задач. [1] § 39 - §40; [2] 6.5-6.10

Атомная и ядерная физика. Квантовая теория

### **36. Квантовые свойства света и их экспериментальное обнаружение**

Знать Тепловое излучение. Гипотеза Планка. Фотоэффект. Работа выхода. Запирающее напряжение. Эффект Комптона.

Уметь Законы теплового излучения. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта.

Владеть Вывод формулы комптоновского смещения. Корпускулярно-волновой дуализм современных представлений о свете.

[1] § 202 - §207; [6] 1.1-1.4, 1.6, 1.7, 2.1-2.4

### **37. Планетарная модель атома. Постулаты Бора**

Знать Опыт Резерфорда. Планетарная модель Резерфорда и ее затруднения. Формула Ридберга для линий в спектре атома водорода. Боровская модель атома водорода и ее историческое значение. Постулаты Бора.

Уметь Энергетическая диаграмма атома водорода. Спектральные серии.

Владеть Расчет параметров орбиты электрона в атоме водорода на основе формул боровской теории

[1] § 208 - §212; [6] 3.1-3.6

### **38. Волны де Бройля. Волновые свойства частиц. Уравнение Шредингера.**

Знать Волны де Бройля. Дебройлевская длина волны. Экспериментальная проверка волновой гипотезы де Бройля. Волновая функция, ее физический смысл. Соотношения неопределенностей. Уравнение Шредингера.

Уметь Уравнение плоской волны де Бройля для свободной частицы. Условие нормировки. Фазовая и групповая скорости волны де Бройля.

Владеть Следствия из соотношений неопределенностей. Стандартные условия для волновой функции. Полное (временное) и стационарное уравнения Шредингера. Принцип причинности в квантовой механике. Классическая механика как предельный случай квантовой механики.

[1] § 213 - §218; [6] 4.1-4.8

### **39. Стационарные состояния квантово-механической системы**

Знать Уравнение Шредингера в одномерном случае. Потенциальная яма.

Потенциальный барьер. Туннельный эффект. Линейный гармонический осциллятор.

Уметь Решение уравнения Шредингера для одномерных систем.

Владеть Описание свойств одномерных систем на основе уравнения Шредингера и соотношений неопределенностей. Объяснение туннельного эффекта и нулевых колебаний квантового гармонического осциллятора на основе соотношений неопределенностей Гейзенберга.

[1] § 219 - §222; [6] 4.9,4.10

#### **40. Стационарные состояния электронов в атоме. Периодическая система элементов**

Знать Стационарные состояния электронов в атоме водорода. Состояние электрона в многоэлектронном атоме. Спин электрона. Принцип Паули. Бозоны и фермионы. Периодическая система элементов Менделеева.

Уметь Электронная конфигурация атома. Максимальное число электронов в электронной оболочке.

Владеть Определение параметров состояния электрона в многоэлектронном атоме по известным значениям квантовых чисел. Термы и их обозначения.

[1] § 223 - §228; [6] 5.1, 5.4, 5.9, 5.10

#### **41. Классификация элементарных частиц. Фундаментальные взаимодействия**

Знать Классы элементарных частиц. Фотоны, лептоны, адроны. Мезоны, Барионы. Резонансы. Античастицы. Основные характеристики частиц. Фундаментальные взаимодействия (гравитационное, слабое, электромагнитное и сильное).

Уметь Обменный характер взаимодействий. Взаимные превращения частиц.

Владеть Объяснение движения и взаимодействия элементарных частиц на основе квантово-релятивистских представлений

[1] § 269 - §275; [6] 11.1-11.9; [9] 13.1-13.3

#### **42. Основные характеристики атомных ядер. Радиоактивность. Ядерные реакции**

Знать Основные характеристики атомных ядер и их составных элементов (массовое и зарядовое числа, дефект массы, энергия связи). Ядерные силы и их свойства.

Радиоактивность. Закон естественного радиоактивного распада. Ядерные реакции деления и синтеза.

Уметь Методы регистрации частиц. Природа альфа-, бета- и гамма- превращений. Нейтрино.

Владеть Цепная реакция ядерного деления. Критическая масса. Ядерный реактор. Термоядерные реакции.

[1] § 251 - §268; [6] 10.1-10.8; [9] 12.11-12.13

Часть 2. Профильные модули «Медицинская физика», «Электронная техника и медицинские технологии»

#### **1. Характеристики слухового ощущения. Закон Вебера-Фехнера. Воздействие ультразвука и инфразвука на человека.**

Знать Виды звука. Звуковое давление, интенсивность звука, уровень интенсивности. Порог слышимости, порог болевого ощущения. Волновое сопротивление среды. Высота, тембр, громкость звука.

Уметь Биофизическое действие УЗ. Использование УЗ в медицине: терапии, хирургии, диагностике.

Владеть Воздействие ультразвука и инфразвука на человека.

[5] Лекция 8 – 10.

## **2. Физиологическое действие электрического тока, электрического и магнитного полей.**

Знать Классификация частотных интервалов, принятая в медицине. Действие постоянного, переменного и импульсного тока на человека. Гальванизация. Электрофорез. Порог ощутимого тока, порог неотпускающего тока. Действие магнитного поля на биологические объекты.

Уметь. Электробезопасность медицинской аппаратуры

Владеть Сравнение воздействий низкочастотного и высокочастотного электрического и магнитного полей.

[5] Лекция 21 – 23.

## **3. Глаз и его функции.**

Знать Строение глаза. Аккомодация. Расстояние наилучшего зрения. Адаптация. Разрешающая способность. Бинокулярное зрение. Недостатки оптической системы глаза. Близорукость. Дальнозоркость. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение. Волоконная оптика.

Уметь. Построение изображения, формируемого хрусталиком глаза.

Владеть Преимущества лупы и микроскопа в сравнении с глазом. Оптическая система микроскопа. Увеличение микроскопа.

[5] Лекция 28 – 29.

## **4. Физические основы гемодинамики.**

Знать Условие неразрывности струи. Уравнение Бернулли и его следствия. Вязкость жидкости. Влияние вязкости на некоторые медицинские процедуры. Ламинарность и турбулентность газового потока при наркозе. Введение жидкостей через капельницу и шприц. Риноманометрия. Фотогемотерапия.

Уметь. Расчет введения лекарства через капельницу и шприц.

Владеть Принцип работы инжектора и ингалятора.

[5] Лекция 11 – 12.

## **5. Физические основы клинического метода измерения давления крови.**

Знать Роль артериального давления и эластичности сосудов. Выбор места наложения манжеты. Систолическое и диастолическое давления. Гидродинамическая модель кровообращения.

Уметь. Расчет силы давления, развиваемой сердцем

Владеть Измерение давления крови по методу Н.С. Короткова.

[5] Лекция 14.

## **6. Механические свойства биологических тканей.**

Знать Способы деформирования тел и виды деформаций. Растяжение, сдвиг, изгиб, кручение. Прочность. Разрушение. Механические свойства костной ткани, кожи, мышц. Уметь Изобразить диаграмму зависимости механического напряжения от относительной деформации для пластического и хрупкого материала.

Владеть Связь механического напряжения в сосудах с давлением и параметрами сосуда. Повреждения трубчатых костей. Элементы реабилитологии.

## **7. Дозиметрия и дозовые величины.**

Знать Основные понятия дозиметрии. Активность нуклида. Экспозиционная доза излучения. Поглощенная доза излучения. Эквивалентная и эффективная дозы излучения. Единицы измерения дозовых величин.

Уметь Сравнение значений полученной дозы ионизирующего излучения и перевод их из одной системы в другие.

Владеть Методика расчета допустимых значений поглощенной дозы радиации для различных категорий населения

[3] Глава 1, 4.1 - 4.3

## **8. Методы дозиметрии. Приборы для регистрации ионизирующих излучений.**

Знать Основные методы дозиметрии (метод ионизационной камеры, калориметрический, сцинтилляционный, химический). Принципы действия приборов для регистрации ионизирующих излучений.

Уметь Использование приборов для регистрации поглощенной дозы облучения

Владеть Методы определения поглощенной дозы облучения [3] Глава 1, 5.1 - 5.4

## **9. Поглощение энергии ионизирующих излучений**

Знать Принцип Гроттгуса. Дискретный характер поглощения энергии. Энергетический парадокс в радиобиологии. Механизмы процессов поглощения рентгеновского и гамма – излучения. Механизмы поглощения нейтронного излучения.

Уметь. Относительная биологическая эффективность разных видов ионизирующего излучения (ОБЭ).

Владеть Ионизация в тканях косвенно ионизирующими частицами.

Пространственное распределение поглощенной дозы. Пик Брэгга.

[3] Глава 2, 1.1 – 4.4

## **10. Зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы излучения. Кривые доза-эффект.**

Знать Принцип попадания и его физическое содержание, концепция мишени. Критическая мишень клетки - молекула ДНК. Основные понятия, характеризующие зависимость биологического эффекта от поглощенной дозы облучения

Уметь Анализ кривых доза-эффект на основании принципа попадания и концепции мишени в случае одноударного и многоударного механизмов инактивации

Владеть Методы расчета размеров и числа мишеней, приводящих к регистрируемому биологическому эффекту, основанные на использовании кривых доза-эффект.

[3] Глава 3, 1.1 – 1.2

## **11. Прямое действие ионизирующего излучения на макромолекулы.**

Знать Прямое действие ионизирующих излучений. Феноменологический анализ картины лучевого поражения молекул. Доза Д37. Стадии прямого действия ионизирующего излучения. Уметь Первичные продукты радиационного

превращения молекул. Сольватированный электрон. Структурные повреждения, возникающие в облученных макромолекулах

Владеть Модификация лучевого повреждения макромолекул. Миграция энергии излучения в биологических структурах

[3] Глава 4, 1.1 – 5.4

## **12. Косвенное (непрямое) действие ионизирующего излучения. Радиоллиз воды.**

Знать Радиационно-химические превращения молекулы воды. Радиоллиз воды.

Продукты радиолиза воды. Гидратированный электрон. Эффект Дейла

Уметь Роль продуктов радиолиза воды в инактивации биоорганических молекул

Владеть Модификация лучевого повреждения макромолекул при косвенном действии радиации. Кислородный эффект при непрямом действии ионизирующего излучения

[3] Глава 5, 1.1 – 4.3

**13. Действие излучения на клетку. Видовая и индивидуальная радиочувствительность. Принцип Бергонье-Трибондо. Радиочувствительность отдельных органов и тканей**

Знать Действие ионизирующего излучения на клетку. Закон радиочувствительности клеток. Репродуктивная и интерфазная гибель клеток.

Уметь Особенности радиочувствительности организмов. Видовая и индивидуальная радиочувствительность.

Владеть Радиочувствительность отдельных органов и тканей [3] Глава 6, 1.1 – 4.4

**14. Лучевая болезнь человека и ее стадии.**

Знать Острая лучевая болезнь. Стадии лучевой болезни. Общая первичная реакция. Кажущееся клиническое благополучие (латентная фаза). Выраженные клинические проявления (фаза разгара заболевания). Раннее восстановление

Уметь Радиационные синдромы: костномозговой, желудочно-кишечный, церебральный. Биологическое действие инкорпорированных радиоактивных веществ

Владеть Генетический эффект облучения. Репарационные процессы в облученном организме. Использование ионизирующих излучений и радиоактивных изотопов в биологии и медицине

[6] §§ 22 – 24, §28, §31

**15. Кислородный эффект. Радиопротекторы и механизмы их действия.**

Знать Модификация лучевого поражения. Модифицирующее действие кислорода. Кислородное последствие. Радиопротекторы

Уметь Механизмы кислородного эффекта

Владеть Структурные схемы и механизмы действия радиопротекторов [6] §§ 26 - 27

**16. Биологические эффекты малых доз ионизирующей радиации. Радиационный гормезис. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ. Эффект свидетеля.**

Знать Малые дозы радиации. Биологические эффекты, вызываемые малыми дозами. Радиационный гормезис. Радиационно-индуцированный адаптивный ответ. Эффект свидетеля.

Уметь Мембраны в механизме действия радиации в малых дозах. Радиочувствительность мембран

Владеть Мембранный механизм индукции радиоадаптивного ответа. Радиационно-индуцированная нестабильность генома.

[3] Глава 7, 1.1 – 3.4

**17. Понятие «медицинская электроника». Классификация медицинской техники. Общая схема съема, передачи и регистрации медико-биологической информации**

Знать: Физические основы медицинской электроники. Понятие электроника в широком и узком смысле. Принципы классификации медицинской техники по физическим аспектам, по назначению, по техническому оснащению.

Уметь: Определять назначение медицинских аппаратов, определять класс безопасности использования, основные характеристики и параметры медицинской техники.

Владеть: Методами и способами определения основных элементов в структурной схеме медицинской техники, анализом медико-биологической информации.

[5], [6]

**18. Датчики первичной информации о состоянии объекта. Виды датчиков, структурная схема, принцип работы, характеристики и параметры.**

Знать: Понятие датчика чувствительного элемента, структурную схему измерительной системы, роль датчика для съема медико-биологических данных.

Уметь: калибровать датчики, определять предельные параметры и погрешности измерения.

Владеть: методами сравнения калибровочных и измеренных данных, способами фиксации датчиков и электродов с соблюдением техники безопасности

[5], [7]

**19. Импульсные сигналы и их преобразование. Переходные процессы в цепях с резистором, конденсатором и катушкой индуктивности. Аппараты ВЧ и НЧ терапии**

Знать: Понятие электрического сигнала, виды электрических сигналов, характеристики переменного электрического тока, основные элементы электрической цепи, структурные схемы аппаратов ВЧ и НЧ терапии.

Уметь: собирать электрические цепи по предложенной схеме, выполнять аналитический и графический анализ полученных результатов.

Владеть: расчетами основных параметров электрической цепи, способом построения графиков, диаграмм и т.д. по результатам проведенных исследований, выделять допустимые частоты и входные напряжения.

[1], [4]

**20. Влияние магнитного поля на биологическую систему. Механизм лечебного действия магнитотерапии. Виды магнитотерапии и медтехники этого направления. Противопоказания и побочные явления магнитотерапии.**

Знать: Понятие магнитного поля, характеристики магнитного поля и чувствительность биологической системы, лечебные и побочные свойства магнитотерапии.

Уметь: выделять в структурной схеме основные узлы и устройства преобразования, настраивать осциллограф для наблюдения петли гистерезиса магнитного поля.

Владеть: методами графического и аналитического определения параметров герконового датчика, способами включения герконового реле в электрическую цепь.

[2], [3]

**21. Измерительные преобразователи в медицинской технике. Схемы из функциональных элементов, реализующие триггеры, регистры, счетчики. Их назначение и применение в медицинских аппаратах.**

Знать: Условно-графические обозначения и принцип работы логических элементов - И; ИЛИ; НЕ; и логических устройств - RS-триггера, D-триггера, счетного триггера, четырехразрядного счетчика на счетных триггерах, реверсивного двоичного счетчика. Классификацию счетчиков и их характеристики.

Уметь: Построить контактно – релейные схемы указанных логических элементов, привести и объяснить временные диаграммы работы логических элементов, их применение в медицинских аппаратах

Владеть: Способами демонстрировать работу моделей логических элементов И; ИЛИ; НЕ; RS-триггера, D-триггера, счетчиков и др. преобразователей.

[8], [10]

## **22. Усилители в медицинской технике. Принцип работы усилительного каскада. Виды усилителей. Операционный усилитель. Характеристики, параметры, режимы работы.**

Знать: Понятие усилитель, структурную и принципиальную схему апериодического, резонансного, операционного усилителей, принцип работы и режимы работы усилителя, основные параметры.

Уметь: Определять усилитель в структуре медицинского аппарата, объяснять коррекцию характеристик усилителя, проводить исследование работы усилителя.

Владеть: методикой настройки усилителя для работы в разных режимах, методикой графического анализа характеристик и определения параметров усилителя.

[2], [11]

## **23. Ультразвуковая терапия. Физические основы УЗИ. Механизм диагностического и лечебного действия УЗИ. Виды медтехники этого направления. Противопоказания и побочные явления ультразвуковой терапии.**

Знать: характеристики звуковой волны, влияние ультразвука на биологические системы, источники и датчики ультразвука, принцип работы аппарата УЗИ, устройства регистрации УЗИ-сигнала.

Уметь: настраивать резонанс в колебательном контуре, определять параметры регистрирующего устройства, рассчитывать мощность добротность в колебательном контуре, определять дозы воздействия УЗИ на организм.

Владеть: методикой наблюдения резонанса на экране осциллографа, методикой анализа результатов исследования, построения характеристик и расчета параметров колебательного контура.

[1], [7]

## **24. Генераторы в медицинской технике. Виды генераторов. Принцип работы генератора. Характеристики, параметры, режимы работы.**

Знать: Понятие генератора, структурную и принципиальную схему гармонического и негармонического генераторов, принцип работы мультивибратора на логических элементах, основные характеристики и параметры.

Уметь: Определять генератор в структуре медицинского аппарата, объяснять принцип работы мультивибратора, проводить исследование работы генератора.

Владеть: методикой настройки генератора, применять мягкий и жесткий режимы генерации, проводить расчет амплитуды и частоты полученного сигнала.

[9], [10], [11]

## **25. Транспорт веществ через биологические мембраны. Диффузия, фильтрация, осмос. Знать: Основные функции мембран: барьерная, матричная, механическая, энергетическая, рецепторная. Структура биологических мембран. Подвижность молекул в мембранах. Пores в мембранах. Химический потенциал. Электрoхимический потенциал. Пассивный и активный транспорт. Плотность потока вещества. Ионные насосы.**

Уметь: Вывести из уравнения Теорелла уравнение Нернста-Планка и уравнение Фика. Объяснить значение параметров в уравнении, описывающем фильтрацию и осмотическое давление.

Владеть: Рассчитать критический радиус поры

Литература [1] гл. 2, [5] лекция 16

**26. Электрическая активность органов. Электрокардиография и электроэнцефалография.** Знать: Принцип эквивалентного генератора. Две фундаментальные задачи в электрографии. Процесс распространения возбуждения по различным отделам сердца. Интегральный электрический вектор сердца. Модель Эйнтховена.

Уметь: Объяснить происхождение ЭКГ в различных отведениях треугольника Эйнтховена.

Владеть: Рассчитать потенциал электрического поля диполя.

Литература [1] гл. 2, [5] лекция 18

**27. Реологические свойства крови. Основные законы гемодинамики. Пульсовая волна. Мощность сердца.**

Знать: Вязкость крови. Ньютоновская и неньютоновская жидкости. Режимы течения крови. Число Рейнольдса. Давление крови. Объемная и линейная скорости крови. Формула Пуазейля. Гидравлическое сопротивление. Скорость распространения пульсовой волны. Уметь: Вывод формулы для мощности сердца.

Владеть: Объяснить влияние состояния кровеносных сосудов на фильтрационно-реабсорбционные процессы.

Литература [1] гл. 9, [5] лекция 14

**28. Электрические, магнитные и акустические поля тела человека и их источники. Диагностика заболеваний на основе изучения изменений этих полей.**

Знать: Электромагнитная волна. Шкала электромагнитных волн. Электромагнитные поля, создаваемые телом человека. Акустические поля, создаваемые телом человека. Бесконтактные и контактные методы измерения электрических полей. Уметь: Диагностика заболеваний различных органов человека на основе изучения изменений электромагнитных и акустических полей.

Владеть: Физические методы исследования организма человека. Тепловидение в биологии и медицине. Применение СВЧ-радиометрии в медицине.

Литература [1] гл. 12, [5] лекции 21, 22, 30

**29. Биоэлектрические потенциалы. Потенциал покоя в клетках. Потенциал действия.**

Знать: Мембранный потенциал. Микроэлектродный метод внутриклеточного измерения потенциала. Формула Нернста для равновесного мембранного потенциала. Потенциал действия и его свойства.

Уметь: Расчет изменения концентрации ионов в клетке, приводящего к возникновению равновесного мембранного потенциала.

Владеть: Механизм работы ионных каналов. Зависимость параметров канала от мембранного потенциала.

Литература [1] гл. 3, [5] лекция 17

## **2.4 Критерии и показатели оценивания результатов государственного экзамена**

(необходимо разрабатывать с учётом специфики конкретной ОПОП)

### **Примерные критерии и показатели оценки знаний**

*Критерии оценки знаний: **точность, полнота, характер интерпретации и грамотность изложения учебного материала (глубина понимания).***

| Уровень | Оценка              | Показатели                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| III     | отлично             | <ul style="list-style-type: none"><li>- воспроизведение учебного материала с требуемой степенью точности;</li><li>- демонстрация обучающимся знаний в объеме пройденной программы и дополнительно рекомендованной литературы;</li><li>- грамотное и логически стройное изложение материала при ответе; приведение примеров, аналогий, фактов из практического опыта;</li></ul> |
| II      | хорошо              | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие несущественных ошибок, уверенно исправляемых обучающимся после дополнительных и наводящих вопросов;</li><li>- демонстрация обучающимся знаний в объеме пройденной программы;</li><li>- четкое изложение учебного материала;</li></ul>                                                                                          |
| I       | удовлетворительно   | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие несущественных ошибок в ответе, не исправляемых обучающимся;</li><li>- демонстрация обучающимся не достаточно полных знаний по пройденной программе;</li><li>- не структурированное, не стройное изложение учебного материала при ответе;</li></ul>                                                                            |
| 0       | неудовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие существенных (грубых) ошибок в ответах;</li><li>- демонстрация обучающимся частичных знаний по пройденной программе;</li><li>- отсутствие ответа.</li></ul>                                                                                                                                                                    |

### **Примерные критерии и показатели оценки умений**

*Критерии оценки умений: **точность и полнота.***

| Уровень | Оценка              | Показатели                                                                                                                                                                                      |
|---------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| III     | отлично             | <ul style="list-style-type: none"><li>- умение выполняется правильно - в соответствии с заданными требованиями к содержанию и алгоритму;</li><li>- умение выполнено полностью;</li></ul>        |
| II      | хорошо              | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие несущественных ошибок при выполнении умения, самостоятельно исправляемых обучающимся;</li><li>- элементы умения в основном выполнены;</li></ul> |
| I       | удовлетворительно   | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие несущественных ошибок при выполнении умения, не исправляемых обучающимся;</li><li>- элементы умения выполнены частично;</li></ul>               |
| 0       | неудовлетворительно | <ul style="list-style-type: none"><li>- наличие грубых (существенных) ошибок;</li><li>- умение не выполнено.</li></ul>                                                                          |

### **Примерные показатели оценивания результатов обучения студентов**

а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу;

б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

г) «неудовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## **2.5 Методические рекомендации выпускникам по подготовке к государственному экзамену**

Залогом успешной сдачи экзамена являются систематические, добро совестные занятия студента на протяжении всего периода обучения. Однако это не исключает необходимости специальной работы непосредственно перед сдачей экзамена. Специфической задачей студента в этот период является повторение, обобщение и систематизация всего материала, который изучен в процессе обучения физике в вузе.

Начинать повторение рекомендуется за месяц-полтора до начала экзамена. В основу повторения должна быть положена программа ГИА. Повторение – процесс индивидуальный; каждый студент повторяет то, что для него трудно, неясно, забыто.

Поэтому, прежде чем приступить к повторению, рекомендуется, сначала внимательно посмотреть программу курса, установить наиболее трудные, наименее усвоенные разделы и выписать их на отдельном листе.

В процессе повторения анализируются и систематизируются все знания, накопленные при изучении программного материала: данные учебника, записи лекций, конспекты прочитанных книг, заметки, сделанные во время консультаций или семинаров, и др.

Обзорные лекции по физике и консультации, которые проводятся для студентов в период подготовки к экзаменам, необходимо использовать для углубления знаний, для восполнения пробелов и для разрешения всех возникших трудностей. Без тщательного самостоятельного продумывания материала, выделения наиболее сложных и неясных вопросов беседа с консультантом неизбежно будет носить «общий», поверхностный характер и не принесет нужного результата.

Есть целый ряд принципов, которыми следует руководствоваться при подготовке к экзаменам.

Первый - подготовьте свое рабочее место, где все должно способствовать успеху: тишина, расположение учебных пособий, строгий порядок.

Второй - сядьте удобнее за стол, положите перед собой чистые листы бумаги, справа - тетради и учебники. Вспомните все, что знаете по данной теме, и запишите это в виде плана или тезисов на чистых листах бумаги слева. Потом проверьте правильность, полноту и последовательность знаний по тетрадям и учебникам. Выпишите то, что не сумели вспомнить, на правой стороне листов и там же запишите вопросы, которые

следует задать преподавателю на консультации. Не оставляйте ни одного неясного места в своих знаниях.

Третий - помимо повторения теории не забудьте подготовить практическую часть, про решать типовые задачи по каждому разделу курса физики.

Четвертый – эффективно используйте консультации преподавателя. Приходите на них, продуктивно поработав дома и с заготовленными конкретными вопросами, а не просто для того, чтобы послушать, о чем будут спрашивать другие.

Пятый - когда на экзамене вы получите свой билет, спокойно сядьте за стол, обдумайте вопрос, набросайте план ответа, сформулируйте основные понятия и определения. Не волнуйтесь, если что-то забыли. Сосредоточьтесь. При подготовке к экзамену необходимо еще раз проверить себя на предмет усвоения основных категорий и ключевых понятий курса.

## **2.6 Список рекомендуемой учебно-методической литературы, ресурсы сети «Интернет»**

### **2.6.1. Основная литература**

1. Практические занятия по общему курсу физики : учебник для вузов / Г. В. Ерофеева, Ю. Ю. Крючков, Е. А. Склярова, И. П. Чернов. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 517 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16335-3. — С. 24 — 45 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561174/p.24-45>
2. Кузнецов, С. И. Курс лекций по физике. Классическая и релятивистская механика : учебник для вузов / С. И. Кузнецов, Л. И. Семкина. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 183 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7056-2. — С. 17С. 170 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/561366/p.17,170>
3. Зотеев, А. В. Общая физика: механика. Электричество и магнетизм : учебник для вузов / А. В. Зотеев, А. А. Склянкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 244 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06856-6. — С. 15 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/563127/p.15>
4. Калашников, Н. П. Физика. Графические методы решения задач : учебник и практикум для вузов / Н. П. Калашников, В. И. Кошкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-17603-2. — С. 16 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/580319/p.16>
5. Склярова, Е. А. Физика. Механика : учебное пособие для вузов / Е. А. Склярова, С. И. Кузнецов, Е. С. Кулюкина. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 222 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18121-0. — С. 26С. 30 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/534326/p.26,30>
6. Кравченко, Н. Ю. Физика : учебник и практикум для вузов / Н. Ю. Кравченко. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 322 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19224-7. — С. 16 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560805/p.16>
7. Айзензон, А. Е. Физика : учебник и практикум для вузов / А. Е. Айзензон. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 380 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18086-2. — С. 19 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560131/p.19>
8. Никеров, В. А. Физика : учебник и практикум для вузов / В. А. Никеров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 458 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18943-8. — С. 23 — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/560444/p.23>

### **3. ПРОГРАММА ЗАЩИТЫ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ (ВКР)**

#### **3.1 Цель и задачи ВКР**

**Цель выполнения и защиты ВКР** - определение соответствия результатов освоения обучающимися основной профессиональной образовательной программы требованиям ФГОС ВО.

**Задачами выполнения ВКР являются:**

- закрепление, расширение, систематизация и обобщение теоретических знаний и практических умений при решении конкретных профессиональных задач;
- развитие навыков ведения самостоятельных теоретических, экспериментальных исследований и (или) выполнения проектных работ;
- развитие умений работать с литературой, анализировать и систематизировать результаты информационного поиска;
- приобретение опыта обработки, анализа, систематизации и обобщения результатов деятельности, оценка её практической значимости и возможности применения в области профессиональной деятельности выпускников;
- приобретение опыта представления и публичной защиты результатов своей деятельности.

#### **3.2 Компетенции обучающегося, выносимые на защиту ВКР**

В ходе защиты ВКР проверяется сформированность следующих компетенций:

УК-1; УК-2; УК-3; УК-4; УК-5; УК-6; ОПК-1; ОПК-2; ОПК-3; ПК-1; ПК-2; ПК-3

#### **3.3 Методические рекомендации по подготовке и защите ВКР**

ВКР должна полностью соответствовать утвержденной теме исследования, содержать элементы новизны, быть актуальной, иметь теоретическую и практическую значимость.

Как правило, работа имеет следующую структуру: титульный лист, содержание, введение, основной текст, заключение, список используемых источников, приложения. Титульный лист содержит реквизиты: Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского», название института, факультета, кафедры, наименование темы ВКР, фамилию, имя, отчество автора работы с указанием направления подготовки, курса, группы, формы обучения; ученую степень, звание, должность, инициалы и фамилию научного руководителя, консультанта (при наличии).

Содержание включает названия разделов, подразделов работы с указанием страницы начала каждой части.

Введение содержит научное обоснование проблемы, ее актуальность, объект и предмет исследования, цель и задачи исследования, гипотезу, структуру и методы исследования, определение теоретической и (или) практической значимости работы.

Основной текст ВКР представлен, как правило, теоретическим и эмпирическим разделами. Их должно быть не менее двух. В каждом разделе излагается самостоятельный вопрос изучаемой темы. Подразделы по содержанию должны быть логически связаны между собой и завершаться выводами.

В заключении содержатся выводы по работе в целом, перспективы дальнейшего изучения, связь с практикой.

Список используемых источников оформляется в соответствии с требованиями ГОСТа к оформлению библиографии; в нем указываются все использованные студентом источники научной и технической литературы и документации, интернет-ресурсы.

В приложение входят таблицы, схемы, графики, диаграммы, анкеты, листинги программ или документов и другие материалы, иллюстрирующие или подтверждающие основные теоретические положения и выводы.

ВКР рекомендуется представлять в объеме не менее 50-60 страниц без приложений.

Содержание ВКР должно соответствовать требованиям ГОС ВО и включать в себя:

- обоснование выбора предмета и постановку задачи исследования, выполненные на основе обзора литературы, в том числе с учетом периодических научных изданий;
- теоретическую и (или) экспериментальную части, включающие методы и средства исследований;
- математические модели, расчеты;
- результаты, полученные в ходе подготовки ВКР, имеющие научную новизну, теоретическое, прикладное и (или) научно-методическое значение;
- отвечать четкому построению и логической последовательности изложения материала;
- выполняться с использованием современных методов и моделей, а при необходимости с привлечением специализированных пакетов компьютерных программ, графического материала (таблицы, иллюстрации и пр.);
- апробацию полученных результатов и выводов в виде докладов на научных конференциях
- выводы и рекомендации;
- список использованной литературы и других источников, а также библиографический перечень публикаций автора по теме исследования;
- приложения (при необходимости).

Текст ВКР выполняют с использованием компьютера на одной стороне листа белой бумаги, формата А4, шрифт – TimesNewRoman 14-го размера, межстрочный интервал - 1,5. Номер страницы проставляют в правом нижнем углу листа. Страницы текстового материала следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему документу. Титульный лист текстового документа включают в общую нумерацию страниц. Номер страницы на титульном листе не проставляют. Расстояние от края бумаги до границ текста следует оставлять: в начале строк - 30 мм; в конце строк - 10 мм; от верхней или нижней строки текста до верхнего или нижнего края бумаги - 20 мм. Размер абзацного отступа должен быть одинаковым по всему тексту работы и равным 12,5 мм.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всей ВКР, обозначенные арабскими цифрами. Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела. Номера подразделов состоят из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. В конце номера подраздела точка не ставится. Нумерация пунктов должна состоять из номера раздела, подраздела и пункта, разделенных точкой. Заголовок разделов, подразделов и пунктов следует печатать с абзацного отступа, с прописной буквы, без точки в конце, не подчеркивая. Заголовки структурных элементов располагают симметрично тексту и отделяют от текста интервалом в одну строку. Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 2 интервалам. Расстояние между заголовками раздела и подраздела - 1 интервалу.

Список использованных источников должен быть оформлен в соответствии с ГОСТом «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

Графическая часть ВКР (чертежи, схемы и т. п.) выполняется с соблюдением соответствующих государственных стандартов. Каждое приложение должно начинаться с нового листа с указанием вверху листа по центру слова «Приложение» и иметь тематический заголовок.

### 3.4 Критерии и показатели оценки результатов защиты ВКР

#### Примерные показатели качества ВКР и её защиты, (оценка по 5-балльной шкале (2, 3, 4, 5))

| №<br>п/п | Ф.<br>И.<br>О.<br>студента | Обоснование<br>актуальности темы | Уровень теоретической<br>проработки проблемы | Уровень научно-<br>исследовательской<br>проработки проблемы | Уровень<br>использования<br>информационных<br>технологий | Уровень апробации<br>работы, публикации | Качество графического<br>материала | Качество доклада | Обоснованность<br>выводов по работе | Аргументированность<br>ответов на вопросы | Эрудиция и знания в<br>профессиональной<br>области деятельности | Количество набранных<br>баллов | Итоговая оценка |
|----------|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------|------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1        | 2                          | 3                                | 4                                            | 5                                                           | 6                                                        | 7                                       | 8                                  | 9                | 10                                  | 11                                        | 12                                                              | 13                             |                 |
| 1        |                            |                                  |                                              |                                                             |                                                          |                                         |                                    |                  |                                     |                                           |                                                                 |                                |                 |
| 2        |                            |                                  |                                              |                                                             |                                                          |                                         |                                    |                  |                                     |                                           |                                                                 |                                |                 |
| ...      |                            |                                  |                                              |                                                             |                                                          |                                         |                                    |                  |                                     |                                           |                                                                 |                                |                 |

#### Примерные показатели оценивания результатов освоения образовательной программы в процессе защиты ВКР

а) «отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при защите ВКР, умеет формулировать обоснованные выводы из изложенного теоретического материала, на основе глубокой научно-исследовательской проработки проблемы;

б) «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении темы ВКР, правильно действует по применению знаний на практике, делает четкие и обоснованные выводы по работе;

в) «удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы на вопросы, выявляющие уровень теоретической и научно-исследовательской проработки проблемы, излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

г) «неудовлетворительно» – студент не демонстрирует знания в объеме пройденной программы, допускает грубые ошибки в ответах на вопросы, выявляющие уровень теоретической и научно-исследовательской проработки проблемы, не умеет применять знания на практике.

### 3.5 Список рекомендуемой учебно-методической литературы, ресурсы сети «Интернет»

#### 3.5.1. Основная литература

Моторная, С. Е. Методика написания выпускной квалификационной работы : учебник для вузов / С. Е. Моторная. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 89

с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-19655-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/569181>

### 3.5.2. Дополнительная литература

Афанасьев, В. В. Методология и методы научного исследования : учебное пособие для вузов / В. В. Афанасьев, О. В. Грибкова, Л. И. Уколова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 154 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02890-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453479> (дата обращения: 03.09.2020).

Мокий, В. С. Методология научных исследований. Трансдисциплинарные подходы и методы : учебное пособие для вузов / В. С. Мокий, Т. А. Лукьянова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 170 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05207-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454449> (дата обращения: 03.09.2020).

### 3.5.3. Периодические издания

Физика твердого тела

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ ПРОГРАММЫ ГИА

РАЗРАБОТАНА:

Доцент кафедры ЭиТФ, Руководитель ОПОП \_\_\_\_\_ (Митрошенков Н.В.)  
«03»\_04\_2026г.

Доцент кафедры ЭиТФ \_\_\_\_\_ (Егоров Г.В.)  
(подпись)

УТВЕРЖДЕНА:

Кафедрой экспериментальной и теоретической физики

Протокол №\_9\_от «03»\_04\_2026г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ (Митрошенков Н.В.)  
(подпись)