

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 28.12.2024 09:53:40  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования**  
**«Тверской государственный университет»**

Рассмотрено и рекомендовано  
на заседании Ученого совета  
физико-технического факультета  
протокол №3 от 05.11.2024 г.

«УТВЕРЖДАЮ»:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Педько Б.Б.

05 ноября 2024 г.



**Программа государственной итоговой аттестации**

Аттестационное испытание

**«Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена»**

по направлению подготовки **03.03.02 Физика**

Профиль подготовки

**Физика конденсированного состояния вещества**

Тверь 2024 г.

Программа государственного экзамена (ГЭ) по направлению 03.03.02 Физика составлена на основе требований ФГОС ВО и «Положения о проведении государственной итоговой аттестации обучающихся по основным образовательным программам бакалавриата, магистратуры, специалитета в ТвГУ».

Целью государственного экзамена является определение уровня сформированности компетенций, имеющих определяющее значение для профессиональной деятельности выпускников по направлению 03.03.02 Физика.

1. На государственный экзамен вынесены следующие компетенции:

ОПК-1. Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;

ОПК-1.1. Анализирует физические объекты и процессы с применением базовых знаний в области физико-математических наук.

ОПК-1.2. Применяет знания в области физико-математических наук при решении практических задач в сфере профессиональной деятельности.

ОПК-2. Способен проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ОПК-2.1. Применяет знания в области физико-математических наук при решении практических задач в сфере профессиональной деятельности.

ОПК-2.2. Решает теоретические задачи и проводит моделирование физических объектов, систем и процессов в рамках научного исследования.

ПК-2. Способен выполнять экспериментальную работу в области физики и оформлять результаты исследований и разработок

ПК-2.1. Проводит экспериментальные исследования с применением научно-исследовательского оборудования в соответствии с утвержденными методиками.

ПК-3. Способен сопровождать типовые технологические процессы в области материаловедения и технологии материалов

ПК-3.1. Осуществляет анализ структуры материалов

2. Форма проведения ГЭ - устная.

3. Государственный экзамен проводится государственной экзаменационной комиссией. Возможно проведение ГЭ с применением ЭО и ДОТ.

4. Сроки проведения ГЭ, включающие подготовку и сдачу ГЭ – в течение двух недель согласно календарному учебному графику направления 03.03.02 Физика.

ГЭ включает:

- подготовка к ответу по билету - 1 час;
- ответ обучающегося на вопросы билета;
- вопросы членов комиссии и ответы обучающегося.

5. Материалы, необходимые обучающимся для подготовки и сдачи ГЭ:  
- теоретические вопросы (см. п.6),

Перед ГЭ проводятся обзорные лекций по вопросам, включенным в программу экзамена. Расписание ГЭ и обзорных лекций утверждается проректором по образовательной деятельности и молодежной политике ТвГУ по представлению декана факультета и доводится до сведения обучающихся за месяц до сдачи экзамена.

6. Перечень вопросов, заданий и литературные источники, необходимые для подготовки и сдачи ГЭ:

6.1 Теоретические вопросы:

- 1.1. Кинематическое описание движения материальной точки. Естественное задание движения. Скорость в цилиндрической системе координат, радиальная и трансверсальная компоненты.
- 1.2. Инерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Уравнения движения и начальные условия. Принцип относительности Галилея.
- 1.3. Закон сохранения импульса. Теорема о движении центра масс системы. Основы динамики тел переменной массы. Формула Циолковского.
- 1.4. Механическая работа. Потенциальные силы. Кинетическая энергия. Теорема Кенига. Закон изменения полной механической энергии.
- 1.5. Момент импульса и момент силы. Уравнение вращательного движения. Закон сохранения момента импульса.
- 1.6. Центральное поле. Закон всемирного тяготения. Классификация траекторий комет и планет в центральном поле. Законы Кеплера. Космические скорости.
- 1.7. Неинерциальные системы отсчета. Преобразование скоростей. Теорема Кориолиса. Переносная и центробежная силы инерции. Кориолисова сила инерции. Маятник Фуко.
- 1.8. Уравнения движения твердого тела. Момент инерции. Волчки и гироскопы. Процессия и нутация. Гироскопический эффект. Правило Жуковского.

- 1.9. Упругие и пластические деформации. Деформация упругого растяжения и сдвига. Закон Гука. Энергия упруго деформированного тела.
- 1.10. Механика жидкостей и газов. Законы Паскаля и Архимеда. Уравнение непрерывности. Уравнение Эйлера. Уравнение Бернулли. Вязкость жидкостей. Число Рейнольдса.
- 1.11. Основы СТО. Пространство Минковского. Интервал. Преобразования Лоренца. Понятие 4-векторов. Уравнения движения Пуанкаре. Полная энергия тела, энергия покоя, кинетическая энергия.
- 1.12. Термодинамические системы. Уравнение состояния. Первый закон термодинамики. Изопроцессы с идеальным газом.
- 1.13. Тепловые и холодильные машины. Второй закон термодинамики. Энтропия. Закон возрастания энтропии.
- 1.14. Термодинамические функции (внутренняя энергия, энтальпия, свободная энергия, термодинамический потенциал). Критерии равновесия термодинамических систем.
- 1.15. Модель идеального газа. Молекулярно-кинетический смысл температуры. Теорема о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы.
- 1.16. Пространство скоростей. Распределение молекул по скоростям (распределение Максвелла). Характерные скорости.
- 1.17. Молекулы в силовом поле. Распределение Больцмана.
- 1.18. Процессы переноса в газах. Молекулярно-кинетическая оценка коэффициентов переноса в газах на примере теплопроводности.
- 1.19. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Эффект Джоуля-Томсона.
- 1.20. Фазовые равновесия. Уравнение Клапейрона-Клаузиуса. Диаграммы состояния. Классификация фазовых переходов. Понятие о фазовых переходах второго рода.
- 1.21. Граница раздела фаз. Поверхностное натяжение. Разность давлений на искривленной межфазной границе. Капиллярные явления.
- 1.22. Электрические заряды. Закон Кулона. Электрическое поле. Напряженность поля. Принцип суперпозиции. Теорема Гаусса.
- 1.23. Работа электрического поля при перемещении заряда. Разность потенциалов. Связь потенциала и напряженности поля. Проводники в электростатическом поле. Емкость проводников и конденсаторов.
- 1.24. Поляризация диэлектриков. Электрическое поле в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость. Вектор электрического смещения  $D$ . Граничные условия.

- 1.25. Постоянный электрический ток. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила. Закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС. Правила Кирхгофа.
- 1.26. Электрический ток в металлах и полупроводниках. Собственная и примесная проводимость полупроводников, «р-п» переход.
- 1.27. Магнитное поле в вакууме. Индукция магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа. Поле прямолинейного тока. Циркуляция магнитного поля.
- 1.28. Сила Лоренца и сила Ампера. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Контур с током в магнитном поле. Магнитный момент.
- 1.29. Магнитное поле в веществе. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Виды магнетиков.
- 1.30. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея и правило Ленца. ЭДС самоиндукции. Энергия контура с током, плотность энергии магнитного поля.
- 1.31. Взаимосвязь переменных электрических и магнитных полей. Ток смещения. Система уравнений Максвелла как общая система постулатов теории электромагнитного поля.
- 1.32. Основные свойства электромагнитных (э/м) волн. Уравнение плоской и сферической э/м волны для одномерной задачи. Понятие о поляризации. Энергия, переносимая э/м волной. Фазовая и групповая скорости.
- 1.33. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков для случая нормального падения (амплитудные и фазовые соотношения). Поляризованный и естественный свет. Закон Брюстера.
- 1.34. Интерференция световых волн. Получение когерентных волн в оптике. Метод деления волнового фронта на примере классических интерференционных опытов.
- 1.35. Интерференция световых волн. Ширина интерференционной полосы. Получение когерентных волн методом деления амплитуды.
- 1.36. Длина и время когерентности. Понятие о временной и пространственной когерентности.
- 1.37. Просветление оптики и высокоотражающие интерференционные слои.
- 1.38. Дифракция Френеля. Метод зон Френеля и векторная диаграмма. Дифракция Френеля на круглом отверстии и круглом экране.
- 1.39. Дифракция Фраунгофера на одной щели и системе щелей. Дифракционная решетка как спектральный прибор.
- 1.40. Разрешающая способность оптических инструментов (телескопы и микроскопы) и дифракционной решетки.

- 1.41. Тепловое излучение. Абсолютно черное тело. Законы Кирхгофа и Стефана-Больцмана. Закон смещения Вина. Формула Планка
- 1.42. Фотоэффект. Понятие о фотонах. Эффект Комптона.
- 1.43. Спектры испускания и поглощения. Модель атома Резерфорда. Постулаты Бора. Боровская теория атома водорода. Ионизация атома. Опыты Франка и Герца.
- 1.44. Гипотеза Луи де Бройля. Дифракция электронных пучков. Статистическая интерпретация волн де Бройля. Волновая функция. Особенности квантовомеханического описания микрообъекта. Соотношение неопределенностей.
- 1.45. Основы математического аппарата квантовой механики. Операторы физических величин. Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера.
- 1.46. Задача об одномерном движении свободной частицы в потенциальном ящике. Гармонический осциллятор в квантовой механике.
- 1.47. Момент импульса в квантовой теории. Пространственное квантование. Квантовомеханическое описание атома водорода.
- 1.48. Спин электрона. Опыт Штерна и Герлаха. Магнитный момент свободного электрона.
- 1.49. Системы четырех квантовых чисел. Принцип Паули и застройка оболочек атома. Периодическая система элементов.
- 1.50. Правила отбора при излучении атома. Ширина спектральных линий.
- 1.51. Генерация света, спонтанные и вынужденные переходы. Воздействие светового потока на заселенность уровней, инверсная заселенность. Принципиальная схема лазера, порог генерации. Типы лазеров и их применение. Основные характеристики вынужденного излучения.
- 1.52. Структура и свойства ядер. Ядерные силы. Энергия и дефект массы. Деление тяжелых ядер. Цепная реакция. Коэффициенты размножения. Ядерные реакторы.
- 1.53. Основной закон радиоактивного распада. Период полураспада. Активность радиоактивного изотопа. Виды радиоактивности. Альфа-распад. Туннельный эффект. Виды бета-распада. Нейтрино.
- 1.54. Ядерные реакции. Механизм ядерных реакций. Сечение реакции. Модель составного ядра.
- 1.55. Основные характеристики атомных ядер. Энергия связи. Свойства ядерных сил.
- 1.56. Элементарные частицы. Классификация элементарных частиц. Кварковая модель строения мезонов и барионов.

- 2.1. Классификация типов связей в кристалле. Энергия связи.
- 2.2. Симметрия кристаллов. Трансляционная симметрия кристаллической среды. Пространственная решетка.
- 2.3. Сопряженная (обратная) пространственная решетка. Зоны Бриллюэна.
- 2.4. Точечная симметрия кристаллической среды. Кристаллографические точечные группы симметрии.
- 2.5. Решетка Бравэ. Пространственные группы симметрии.
- 2.6. Виды точечных дефектов. Термодинамика точечных дефектов.
- 2.7. Краевая и винтовая дислокации. Контур и вектор Бюргерса.
- 2.8. Напряжения и деформации в изотропном твердом теле.
- 2.9. Упругие деформации и напряжения в кристаллах. Закон Гука для анизотропных твердых тел. Модули упругости и упругие постоянные
- 2.10. Колебания решетки. Фононы. Акустические и оптические ветви колебаний.

6.2. Литературные источники и справочные материалы, необходимые для подготовки и сдачи ГЭ:

Основная литература для подготовки к ГЭ:

1. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебник для вузов / И. В. Савельев; Савельев И. В. - 19-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 436 с. <https://e.lanbook.com/book/341150>
2. Савельев И. В. Курс общей физики. В 3-х тт. Том 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика [Электронный ресурс]: учебник для вузов / И. В. Савельев; Савельев И. В. - 17-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2023. - 500 с. - <https://e.lanbook.com/book/333998>
3. Савельев И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс]: учебник для вузов / И. В. Савельев; Савельев И. В. - 9-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2024. - 308 с. <https://e.lanbook.com/book/367055>
4. Волновая оптика: учебное пособие для вузов / Михельсон Анна Вильгельмовна [и др.]; А. В. Михельсон, Т. И. Папушина, А. А. Повзнер, А. Г. Гофман; под общей редакцией А. А. Повзнера. - Электрон. дан. - Москва: Юрайт, 2022. - 118 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/493496>
5. Зисман Г. А. Курс общей физики. В 3 томах. Том 1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / Г. А. Зисман, О. М. Тодес; Зисман Г. А., Тодес О. М.; Тодес О. М. - 10-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2023. - 340 с. - <https://e.lanbook.com/book/320777>

6. Зисман Г. А. Курс общей физики : учебное пособие. Т. 2 : Электричество и магнетизм / Г. А. Зисман, О. М. Тодес; Зисман Г. А., Тодес О. М. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 360 с. - <https://e.lanbook.com/book/206297>
7. Зисман Г. А. Курс общей физики. Т. 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц / Г. А. Зисман, О. М. Тодес; Зисман Г. А., Тодес О. М. - 8-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 504 с. - <https://e.lanbook.com/book/233285>
8. Фриш С. Э. Курс общей физики. Т. 1 : Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева; Фриш С. Э., Тиморева А. В. - 13-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 480 с. - <https://e.lanbook.com/book/210377>
9. Фриш С. Э. Курс общей физики. Т. 2: Электрические и электромагнитические явления / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева; Фриш С. Э., Тиморева А. В. - 12-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 528 с. - <https://e.lanbook.com/book/210380>
10. Фриш С. Э. Курс общей физики. Т. 3 : Оптика. Атомная физика / С. Э. Фриш, А. В. Тиморева; Фриш С. Э., Тиморева А. В. - 10-е изд. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 656 с. - <https://e.lanbook.com/book/210167>
11. Ландсберг Г. С., Оптика, Москва: Физматлит, 2017, ISBN: 978-5-9221-1742-5, URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257>
12. Савельев И. В., Основы теоретической физики. В 2 томах. Том 2. Квантовая механика, Санкт-Петербург: Лань, 2023, ISBN: 978-5-507-47138-6, URL: <https://e.lanbook.com/book/330521>
13. Львовский, Отличная квантовая механика: учебное пособие. Часть 1, Москва: ООО «Альпина нон-фикшн», 2019, ISBN: 978-5-91671-952-9, URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=368791>
14. Физика полупроводников [Электронный ресурс] / К. В. Шалимова; Шалимова К. В. - 4-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 384 с. - <https://e.lanbook.com/book/210524>.

Дополнительная литература для подготовки к ГЭ:

1. Иродов, И. Е. Механика. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская. — 15-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 312 с. — ISBN 978-5-93208-519-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172250>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 1 : Механика — 2020. — 560 с. — ISBN 978-5-9221-1512-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/185713>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сивухин, Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 6-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021 — Том 2 : Термодинамика и молекулярная физика — 2021. — 544 с. — ISBN 978-5-9221-1514-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185719>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  4. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач : учебное пособие / С. И. Кузнецов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Часть III : Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2022. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1719-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211748>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  5. Иродов, И. Е. Электромагнетизм. Основные законы : учебное пособие / И. Е. Иродов ; художник Н. А. Лозинская. — 12-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2021. — 322 с. — ISBN 978-5-93208-520-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/172251>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  6. Кикоин, А.К. Молекулярная физика : учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0737-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210119>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  7. Кикоин, А.К. Молекулярная физика : учебное пособие / А. К. Кикоин, И. К. Кикоин. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 480 с. — ISBN 978-5-8114-0737-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210119> (дата обращения: 27.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  8. Яковлев, В.И. Классическая электродинамика. Электричество и магнетизм : учебное пособие / В. И. Яковлев. — Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 360 с. — ISBN 978-5-9729-1300-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

- <https://e.lanbook.com/book/347510> (дата обращения: 27.06.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Калашников, С.Г. Электричество : учебное пособие / С. Г. Калашников. — 6-е изд. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2008. — 624 с. — ISBN 978-5-9221-0900-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/59496>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  10. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5 томах / Д. В. Сивухин. — 3-е изд., стереот. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020 — Том 5 : Атомная и ядерная физика — 2020. — 784 с. — ISBN 978-5-9221-0645-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/185730>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
  11. Матухин, В. Л. Физика твердого тела : учебное пособие / В. Л. Матухин, В. Л. Ермаков. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-0923-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/210305>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 7. Критерии оценивания компетенций

Государственный экзамен оценивается согласно уровню сформированности у обучающегося проверяемых компетенций:

Оценка	Уровень сформированности компетенций	Критерий оценивания
«Отлично»	Продвинутый Высокий	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Свободное владение теоретическим материалом;</li> <li>- Способность анализировать и обосновывать свои суждения;</li> <li>- Умение творчески применять теоретические знания при решении практических задач, давать обоснование решения этих задач, используя современные методы анализа и исследования;</li> <li>- Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны, не требуют дополнительных пояснений.</li> </ul>
«Хорошо»	Достаточный	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Владение теоретическим материалом;</li> <li>- Умение применять теоретические знания при решении практических задач, давать обоснование решения этих задач;</li> <li>- Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны, но имеют отдельные неточности, не искажающие сущность обсуждаемых понятий или явлений.</li> </ul>
«Удовлетворительно»	Минимальный Пороговый	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Владение теоретическим материалом, но неполное, непоследовательное его изложение;</li> <li>- Неточности в применении знаний для решения практических задач;</li> <li>- Неумение доказательно обосновать свои суждения.</li> </ul>
«Неудовлетворительно»	Ниже порогового	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Теоретические знания разрозненные, бессистемные, не умение выделять главное и второстепенное, ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочное и неуверенное изложение материала;</li> <li>- Неумение применить знания для решения практических задач.</li> </ul>