Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Лельчицкий Игорь Давыдович
Должность: и.о. проректора по образовательной деятельности
Дата подписания: 24.11.2026 15:54:00
Уникальный программный ключ:
aa5b5ee17d97a2e4d94e98e995320af94f043ce2

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 №2 от 10.11.2026 г.

«УТВЕРЖДАЮ»:
Руководитель ООП
_____ Семенова Е.М.
10 ноября 2026 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 2026 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.6.1),
- основная литература для подготовки к ГЭ (см. п.6.2)

Перед ГЭ проводятся обзорные лекций по вопросам, включенным в программу экзамена. Расписание ГЭ и обзорных лекций утверждается проректором по образовательной деятельности 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. Операторы физических величин. Понятие о стационарном состоянии. Стационарное и нестационарное уравнение Шредингера. Уравнение непрерывности.
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 : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 20-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 436 с. — ISBN 978-5-507-52151-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/440105
2. Савельев, И. В. Курс общей физики. В 5 томах. Том 3. Молекулярная физика и термодинамика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2025. — 224 с. — ISBN 978-5-507-51137-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/505507 .
3. Савельев, И. В. Курс физики. В 3 томах. Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика : учебное пособие для вузов / И. В. Савельев. — 9-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2026. — 464 с. — ISBN 978-5-507-54344-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/507521 .
4. 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
5. Савельев, И. В. Основы теоретической физики. В 2 томах. Том 2. Квантовая механика : учебник для вузов / И. В. Савельев. — 8-е изд.,

стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2027. — 432 с. — ISBN 978-5-507-55497-3. - https://e.lanbook.com/book/529975
6. Калитеевский, Н. И. Волновая оптика: учебник для вузов / Н. И. Калитеевский. – 6-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2025. – 468 с. – ISBN 978-5-507-52266-8. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/445241
7. 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
8. 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
9. 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
10. Фриш С. Э. Курс общей физики. Т. 2: Электрические и электромагнетические 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
11. 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
12. Ландсберг Г. С., Оптика, Москва: Физматлит, 2017, ISBN: 978-5-9221-1742-5, URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485257
13. 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
14. 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
15. 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. 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

2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
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. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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	- Свободное владение теоретическим материалом; - Способность анализировать и обосновывать свои суждения;

		- Умение творчески применять теоретические знания при решении практических задач, давать обоснование решения этих задач, используя современные методы анализа и исследования; - Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны, не требуют дополнительных пояснений.
«Хорошо»	Достаточный	- Владение теоретическим материалом; - Умение применять теоретические знания при решении практических задач, давать обоснование решения этих задач; - Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны, но имеют отдельные неточности, не искажающие сущность обсуждаемых понятий или явлений.
«Удовлетворительно»	Минимальный Пороговый	- Владение теоретическим материалом, но неполное, непоследовательное его изложение; - Неточности в применении знаний для решения практических задач; - Неумение доказательно обосновать свои суждения.
«Неудовлетворительно»	Ниже порогового	- Теоретические знания разрозненные, бессистемные, не умение выделять главное и второстепенное, ошибки в определении понятий, искажающие их смысл, беспорядочное и неуверенное изложение материала; - Неумение применить знания для решения практических задач.