

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 № 4 от 05.12. 2023 г.



«УТВЕРЖДАЮ»:

Руководитель ООП

Педько Б.Б.

05 декабря 2023 г.

**ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА**  
по направлению подготовки **03.03.03 Радиофизика**

Профиль подготовки

**Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств**

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Тверь 2023 г.

Программа государственного экзамена (ГЭ) по направлению 03.03.03 Радиофизика 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 03.03.03 Радиофизика.

1. На государственный экзамен вынесены следующие компетенции:

- способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции (ОК-1);
- способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции (ОК-2);
- способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-3);
- способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности (ОК-4);
- способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности (ОК-8);
- способностью к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные и информационные технологии (ОПК-2).

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 03.03.03 Радиофизика.

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 лекции по вопросам, включенным в программу экзамена. Расписание ГЭ и обзорных лекций утверждается проректором по учебно-воспитательной работе 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. Прецессия 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 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 Спектры периодических и непериодических сигналов. Теорема Котельникова (отсчетов).
- 2.2 Виды модуляции, их особенности, области применения.
- 2.3 Детектирование колебаний, амплитудное, частотное детектирование.
- 2.4 Преобразование сигналов: смещение, умножение и деление частоты колебаний.
- 2.5 Дифференцирование и интегрирование сигналов в радиотехнических цепях.
- 2.6 Усилители электрических сигналов, параметрическое усиление.
- 2.7 Генераторы электрических колебаний.
- 2.8 Явления переноса в полупроводниках в условиях стационарного равновесия. Дрейфовые и диффузионные электропроводности.
- 2.9 Неравновесные процессы в полупроводниках
- 2.10 Комбинаторная логика. Основные логические элементы.
- 2.11 Потенциальные RS и D триггеры. Динамические D и T триггеры. Свойства и структура.
- 2.12 Асинхронные и синхронные счетчики-делители. Построение счетчиков по производному модулю.
- 2.13 Регистры. Основные типы: параллельные, сдвиговые. Структура, использование.
- 2.14 Интегрирующие RC-цепи и дифференцирующие RC-цепи.
- 2.15 RC-фильтр высоких частот. RC-фильтр низких частот. Амплитудно-частотная характеристика и фазовая характеристика.
- 2.16 Операционные усилители. Основные схемы включения. Основные отличия реального операционного усилителя от идеального.

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

### Основная литература:

1. Бухман Н. С. Элементы физической механики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/35>.
2. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Механика. Молекулярная физика. Колебания и волны [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/505>.
3. Савельев И. В. Курс общей физики. В 5-и тт. Том 2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/705>.
4. Кузнецов С. И. Курс физики с примерами решения задач. Часть II. Электричество и магнетизм. Колебания и волны [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2014. — 416 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53682>.

5. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2017. — 160 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91880>.
6. Кикоин А.К. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/185>.
7. Телеснин В.Р. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/391>.
8. Фриш С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны [Электронный ресурс]: учеб. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/416>.
9. Ландсберг, Г.С. Оптика: учебное пособие / Г.С. Ландсберг. - 6-е изд., стереот. - М.: Физматлит, 2010. - 848 с. - ISBN 978-5-9221-0314-5; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82969>
10. Савельев, И.В. Курс физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/347>.
11. Фриш, С.Э. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Атомная физика [Электронный ресурс]: учеб. / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2008. — 656 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/419>.
12. Шпольский, Э.В. Атомная физика. Том 1, 2. Введение в атомную физику [Электронный ресурс]: учеб. — Санкт-Петербург: Лань, 2010. — 560 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/442>.
13. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра. СПб.: Лань, 2009. 384 с. - Электронный ресурс. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=277](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=277)
14. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц. СПб.: Лань, 2009. 326 с. - Электронный ресурс. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=279](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=279)
15. Першин В.Т. Основы радиоэлектроники [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Т. Першин. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2006. — 399 с. — 985-06-1054-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20243.html>
16. Физика твердого тела [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.А. Корнилович [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 71 с. — 978-5-7782-2160-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45187.html>
17. Бурков А.Т. Электроника и преобразовательная техника: Том 1: Электроника [Электронный ресурс]: учебник. — М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015. — 480 с. — 978-5-89035-796-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45343.html>
18. Шпольский Э. В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома [Электронный ресурс]: учеб. — Элек-

трон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/443>.

19. Алиев МТ. Микропроцессорные системы управления электроприводами: учебное пособие. - Йошкар-Ола : ПГТУ, 2017. - 124 с. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459451>

20. Водовозов, А.М. Основы электроники: учебное пособие / А.М. Водовозов. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 140 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444184>

#### **Дополнительная литература:**

1. Алешкевич В.А., Деденко Л.Г., Караваев В.А. Курс общей физики. Механика. М., Физматлит, 2011. Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/2384/>, или

<http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69337&razdel=257>

2. Алешкевич В.А. О преподавании специальной теории относительности на основе современных экспериментальных данных //УФН 2012. Т. 182. С. 1301–1318. <http://ufn.ru/ru/articles/2012/12/c/>

3. Александров Е. Б., Александров П. А., Запасский В. С., Корчуганов В. Н., Стирин А. И. Эксперименты по прямой демонстрации независимости скорости света от скорости движения источника (демонстрация справедливости второго постулата специальной теории относительности Эйнштейна) // УФН 2011. Т. 181. С. 1345–1351. <http://ufn.ru/ru/articles/2011/12/l/>

4. Мандельштам Л И Ещё раз о силах инерции в связи со статьей А. Н. Крылова // УФН 1946. Т. 28. С. 99-102. <http://ufn.ru/ru/articles/1946/1/e/>

5. Зисман Г. А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2007. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/151>.

6. Алешкевич В.А. Курс общей физики. Оптика : учебник / В.А. Алешкевич. - М. : Физматлит, 2010. - 336 с. - ISBN 978-5-9221-1245-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=69335>

7. Сивухин Д.В. Общий курс физики : учебное пособие : в 5-х т. / Д.В. Сивухин. - 5-е изд., испр. - М. : Физматлит, 2006. - Т. 2. Термодинамика и молекулярная физика. - 544 с. - ISBN 5-9221-0601-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=82995>

8. Капитонов И. М. Введение в физику ядра и частиц. Москва: Физмалит, 2010. - Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://www.biblioclub.ru/index.php?page=book&id=75503>

9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций. СПб.: Лань, 2009. 432 с. - Электронный ресурс. - Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=280](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=280)

10. Плавский Л.Г. Микроволновые технологии в производстве элементов радиоэлектроники из высококачественной керамики [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.Г. Плавский. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.



— 116 с. — 978-5-7782-1916-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45109.html>

11. Шевченко О.Ю. Основы физики твердого тела [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.Ю. Шевченко. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2010. — 77 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/67512.html>

12. Максина Е. Л. Электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Саратов: Научная книга, 2012. — 159 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/6270.html>

13. Блохинцев Д. И. Основы квантовой механики [Электронный ресурс]: учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2004. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/619>.

14. Булатов В.Н. Микропроцессорная техника. Схемотехника и программирование [Электронный ресурс]: учебное пособие. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 377 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61377.html>

15. Орлова М.Н. Схемотехника [Электронный ресурс] : курс лекций / М.Н. Орлова, И.В. Борзых. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 83 с. — 978-5-87623-981-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64201.html>

### ***Критерии оценивания компетенций***

Государственный экзамен оценивается согласно уровню сформированности у выпускника 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 физическое обоснование решения этих задач, используя современные методы 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 физическое обоснование решения этих задач; - Ответы на поставленные вопросы логичны, последовательны, но имеют отдельные неточности.

«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>