

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Томский государственный педагогический университет»**  
**(ТГПУ)**

УТВЕРЖДАЮ  
Ректор ТГПУ  
А.Н. Макаренко  
«16» \_\_\_\_\_ 2025 г.



**ПРОГРАММА**

**вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной**  
**специальности, для поступающих на обучение по образовательной программе**  
**подготовки**  
**научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре**  
**по научной специальности 1.3.3 Теоретическая физика**  
**Отрасль науки: физико-математические науки**

Томск 2025

## Пояснительная записка

Программа вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности, для поступающих на обучение по образовательной программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика составлена на основе требований федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к программам магистратуры (специалитета) по соответствующим направлениям (специальностям) подготовки.

Цель вступительного испытания - выявить способности и готовность абитуриента к обучению по программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Вступительное испытание включает:

1. Вопросы, направленные на проверку знаний по научной специальности 1.3.3. Теоретическая физика.
2. Собеседование по тематике научного исследования (портфолио абитуриента) и оценка индивидуальных достижений поступающего, результаты которых учитываются при приеме на обучение (представляются по усмотрению поступающего).

Организация и проведение вступительного испытания осуществляется в соответствии с Правилами приема на обучение по образовательным программам высшего образования – программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный педагогический университет» на 2025/2026 учебный год (далее – Правила приема на 2025 год).

Вступительное испытание проводится предметной экзаменационной комиссией, действующей на основании приказа ректора.

Результаты проведения вступительного испытания оформляются протоколом. На каждого поступающего ведется отдельный протокол.

Для учета индивидуальных достижений поступающего в аспирантуру заполняется ведомость.

Ответ абитуриента оценивается по пятибалльной системе.

### Критерии оценки ответа на вступительном экзамене

**5 баллов «отлично»:** Абитуриент демонстрирует высокий уровень владения теоретическими знаниями; свободно ориентируется в вопросах теории и практики. В своем ответе он апеллирует к классическим трудам и работам современных исследователей; проявляет умение доказательно объяснять факты и явления; владеет навыком выявлять причинно-следственные и межпредметные связи. Абитуриент обнаруживает умение критично относиться к научной информации, доказательно формулирует свое мнение. Ответ логически построен, речь грамотная, осмысленно использует в суждениях общенаучную и профессиональную терминологию, не затрудняется в ответах на заданные членами комиссии вопросы.

**4 балла «хорошо»:** Абитуриент демонстрирует достаточно высокий уровень овладения теоретическими знаниями, свободно ориентируется в специальных терминах. В

ответе абитуриент ссылается на классические общепризнанные научные труды и работы современных авторов. Абитуриент проявляет умение доказательно объяснять факты и явления, однако, допускает некоторые неточности. Ответ иллюстрируется собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности; прослеживаются межпредметные связи. В целом ответ имеет логическую последовательность в изложении материала; речь профессионально грамотная; на вопросы предоставляет развернутые правильные ответы.

**3 балла «удовлетворительно»:** Абитуриент знает основной материал, но испытывает трудности в его самостоятельном изложении; ориентируется в вопросах с помощью дополнительных уточнений. Испытывает трудности в объяснении фактов и процессов. В ответе ссылается на классические труды и работы современных исследователей, но не в полном объеме; слабо прослеживаются межпредметные связи; нарушена логика в выстраивании ответа. После дополнительных вопросов абитуриент высказывает собственные суждения относительно дискуссионных вопросов, но проявляет недостаточно сформированную профессиональную позицию; допускает неточности при использовании общенаучной и профессиональной терминологии.

**2 балла «неудовлетворительно»:** Абитуриентом не усвоена большая часть изученного ранее материала, имеются лишь отдельные отрывочные представления, не прослеживаются межпредметные связи. Не проявлена способность доказательно объяснять факты и процессы; отсутствует умение критично относиться к научной информации, а также собственная точка зрения и логические рассуждения относительно проблемных вопросов. Отрывочные теоретические высказывания не иллюстрируются собственными наблюдениями, примерами из учебной практической деятельности. Абитуриент не владеет общенаучной и профессиональной терминологией, испытывает значительные затруднения в ответах на уточняющие и дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии.

## 1. Вопросы, направленные на проверку знаний по научной специальности

### 1.3.3. Теоретическая физика

1. Конфигурационное пространство. Принцип наименьшего действия. Уравнения Лагранжа.
2. Принцип относительности Галилея и функция Лагранжа свободной частицы.
3. Функция Лагранжа и уравнения движения системы взаимодействующих частиц.
4. Движение относительно неинерциальных систем отсчета.
5. Интегралы движения.
6. Закон сохранения энергии и однородность времени.
7. Одномерное движение. Потенциальная яма, потенциальный барьер. Фinitное и инфинитное движения.
8. Закон сохранения импульса и однородность пространства.
9. Закон сохранения момента импульса и изотропность пространства.
10. Уравнения движения системы из двух взаимодействующих частиц.
11. Движение частицы в центральном поле. Задача Кеплера.
12. Движение частицы в кулоновском поле отталкивания.
13. Постановка задачи о столкновениях частиц. Система отсчета центра инерции.
14. Упругое столкновение частиц. Эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда.
15. Линейный гармонический осциллятор.
16. Затухающие колебания. Учет трения в механике.
17. Вынужденные колебания.
18. Свободные колебания систем со многими степенями свободы.

19. Ангармонические колебания.
20. Кинематика твердого тела. Число степеней свободы. Поступательное движение. Вращательное движение. Угловая скорость.
21. Кинетическая энергия твердого тела.
22. Тензор инерции.
23. Момент импульса твердого тела.
24. Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера.
25. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Электрическое поле.
26. Магнитное поле постоянных токов.
27. Закон электромагнитной индукции Фарадея.
28. Ток смещения и уравнения Максвелла в вакууме.
29. Диэлектрики. Электрическая поляризация.
30. Магнетики. Намагниченность.
31. Токи намагничивания и поляризации. Уравнения Максвелла в среде.
32. Граничные условия для уравнений Максвелла в среде.
33. Электрическое поле, создаваемое заданным распределением зарядов. Уравнение Лапласа.
34. Потенциал пространственного распределения зарядов, поверхностного и линейного распределения.
35. Поле связанных зарядов. Поле заряженных проводников.
36. Энергия электрического поля.
37. Энергия системы заряженных проводников.
38. Методы решения задач электродинамики: метод отражений, метод инверсии.
39. Силы, действующие на проводники и диэлектрики в электрическом поле.
40. Магнитное поле, создаваемое данным распределением зарядов. Векторный потенциал.
41. Поле постоянных магнитов.
42. Энергия магнитного поля постоянных токов.
43. Стационарный электрический ток. Законы Кирхгофа.
44. Переменное электрическое поле в однородной среде.
45. Плоские электромагнитные волны.
46. Волновая функция. Принцип суперпозиции. Разложение по плоским волнам. Соотношение неопределенностей.
47. Уравнение Шредингера. Плотность потока вероятности.
48. Спектр энергии частицы в одномерной прямоугольной потенциальной яме и трехмерной прямоугольной потенциальной яме.
49. Линейный гармонический осциллятор.
50. Отражение и прохождение через потенциальный барьер.
51. Физические величины и операторы. Эрмитовы операторы.
52. Ортогональность и нормировка собственных функций эрмитовых операторов.
53. Вычисление вероятностей результатов измерений и средних значений.
54. Собственные функции и собственные значения операторов координаты и импульса.
55. Гамильтониан. Стационарные состояния.
56. Собственные значения и собственные функции оператора момента импульса.
57. Уравнение Шредингера для частицы в центральном поле. Спектр энергии электрона в атоме водорода.
58. Квазиклассическое приближение. Движение в потенциальной яме и прохождение через барьер в квазиклассическом приближении.
59. Стационарная теория возмущений.
60. Нестационарная теория возмущений.
61. Взаимодействие с электромагнитным полем. Поглощение и излучение света. Спонтанное и вынужденное излучение.
62. Спин элементарной частицы. Системы тождественных частиц.

63. Многоэлектронные атомы. Периодическая система элементов.
64. Атом в электрическом и магнитном полях.

### Рекомендуемая литература

#### Основная литература:

1. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 1 : Механика. – 5-е изд., стер. – 2002. – 222 с.
2. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т.2 : Теория поля. – 8-е изд., стер. – 530, [3] с.
3. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е.М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 3 : Квантовая механика. – 5-е изд., стер. — 2002. – 803 с.
4. Давыдов, А. С. Квантовая механика : учебное пособие для вузов / А. С. Давыдов. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2011. - 703 с.
5. Блохинцев, Д. И. Основы квантовой механики : учебное пособие для вузов / Д. И. Блохинцев. - 5-е изд., перераб. – Москва : Наука, 1976. – 664 с.
6. Васильев, А. Н. Классическая электродинамика : краткий курс лекций : учебное пособие для вузов / А. Н. Васильев. - 2-е изд., стер. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2010. – 276, [2] с.
7. Ландау, Л. Д. Теоретическая физика : учебное пособие для вузов : в 10 томах / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц ; под ред. Л. П. Питаевского. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2001. - Т. 5, ч. 1 : Статистическая физика. – 5-е изд., стер. – 613 с.

#### Дополнительная литература:

1. Голдстейн, Г. Классическая механика / Г. Голдстейн ; пер. с англ. А. Н. Рубашова. – Москва : Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. – 408 с.
2. Бредов, М. М. Классическая электродинамика : учебное пособие для вузов / М. М. Бредов, В. В. Румянцев, И. Н. Топтыгин ; под ред. И. Н. Топтыгина. – Санкт-Петербург : Москва : Краснодар : Лань, 2003. – 398, [1] с.
3. Соколов, А. А. Квантовая механика : учебное пособие для вузов / А. А. Соколов, И. М. Тернов, В. Ч. Жуковский. – Москва : Наука, 1979. – 528 с.
4. Румер, Ю. Б. Термодинамика, статистическая физика и кинетика : учебное пособие / Ю. Б. Румер, М. Ш. Рывкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск : НГУ, 2000. – 608 с.

#### Рекомендуемые интернет-источники:

1. ArXiv.org. - URL: <http://arxiv.org/>
2. Eq World. Мир математических уравнений. - URL: <https://eqworld.ipmnet.ru/ru/library/physics.htm>

**2. Собеседование по тематике научного исследования (портфолио абитуриента) и оценка индивидуальных достижений поступающего, результаты которых учитываются при приеме на обучение (представляются по усмотрению поступающего)**

Для проведения собеседования по тематике научного исследования (портфолио абитуриента) поступающий предоставляет экзаменационной комиссии, непосредственно на вступительном испытании портфолио со следующими документами:

1. Резюме, включающее список публикаций, сведения об участии в конференциях, школах, исследовательских проектах, научных грантах, опыте работы и т.д.
2. Копия диплома специалиста или магистра с приложением.
3. Копии документов, подтверждающих опыт научно-исследовательской деятельности: участие в грантах, проектах (подтверждается данными проекта – название, организация, руководитель проекта, в качестве кого участвовал абитуриент в этом проекте и т.д.).
4. Список опубликованных научных и учебно-методических работ подтверждается предоставлением подлинников, или ссылкой на открытый источник, или справкой из редакции о принятии к публикации.
5. Участие с докладами в научных конференциях различного уровня подтверждается предоставлением программы конференции.


Оценка индивидуальных достижений поступающего, результаты которых учитываются при приеме на обучение (представляются по усмотрению поступающего), оценивается в соответствии с Правилами приема на 2025:

- Количество и качество публикаций (список опубликованных научных и учебно-методических работ (при наличии) с приложением копий опубликованных статей из журналов перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России (и страницу журнала, указывающую, что данный журнал входит в указанный перечень); в изданиях, которые входят в международные реферативные базы данных и системы цитирования («Белый список»)) – (4 балла). За каждую указанную публикацию по научной специальности (с учетом индекса цитируемости) – не более 1 балла. Общее количество баллов не должно превышать 4).

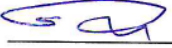
- Иные индивидуальные достижения (участие в грантах; победы на всероссийских и (или) международных конкурсах и олимпиадах (по научной специальности); лауреаты премий областного и (или) всероссийского уровней; получение именных стипендий всероссийского и (или) международного уровней) (1 балл).

- Диплом специалиста или магистра с отличием (1 балл).

Программу вступительного испытания по специальной дисциплине, соответствующей научной специальности, для поступающих на обучение по образовательной программе подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 1.3.3 Теоретическая физика составил:

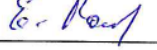
доктор физ.- мат. наук, профессор, профессор научно-образовательного центра теоретической физики  В.Я. Эпп

Программа утверждена на заседании научно-образовательного центра теоретической физики 10 января 2025 г., протокол № 3

Директор центра  В.Я. Эпп  
подпись

Программа одобрена учебно-методической комиссией физико-математического факультета

14 января 2025 г., протокол № 3

Председатель УМК  Е.А. Фомина  
подпись

Согласовано:

Проректор по НР		Е.А. Полева
Начальник УАД		Н.И. Медюха
Директор НБ имени А.М. Волкова ТГПУ		Я.Ю. Остапенко