

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. А. И. ГЕРЦЕНА»**

**Программа кандидатского экзамена**

по научной специальности  
**1.3.3. Теоретическая физика**

Санкт-Петербург  
2022 год

## **Программа кандидатского экзамена по научной специальности (в 2 частях)**

Экзамен по дисциплине «Теоретическая физика» состоит из двух частей. Первая часть состоит из общих вопросов, вторая часть состоит из узконаправленных вопросов. Ответ по каждой из частей происходит в устной форме, аспирант отвечает на вытянутый билет, на подготовку к ответу отводится 30 минут.

### **Часть 1. Электродинамика и специальная теория относительности**

1. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Преобразования Лоренца. Четыре-вектор. Собственное время и преобразование скорости.
2. Релятивистская механика. Энергия и импульс.
3. Четырёхмерный потенциал поля. Уравнение движения заряда в поле. Калибровочная инвариантность.
4. Преобразования Лоренца для поля. Инварианты поля.
5. Уравнения электромагнитного поля. Четыре-вектор тока. Уравнение непрерывности. Плотность и поток энергии.
6. Поле равномерно движущегося заряда. Дипольный момент, магнитный момент.
7. Скалярное поле.
8. Векторное поле.
9. Спинорное поле.
10. Электромагнитное поле.

### **Часть 2. Квантовая механика и квантовая теория атомов и молекул**

1. Операторы. Энергия, импульс. Волновое уравнение Шрёдингера. Стационарное состояние. Средние физических операторов. Линейный осциллятор.
2. Момент импульса. Собственные значения и собственные функции момента. Чётность состояния. Сложение моментов.
3. Движение в центрально-симметричном поле. Свободное движение. Разложение плоской волны.
4. Движение в кулоновском поле.
5. Спин. Тождественность частиц. Обменное взаимодействие. Атом. Состояния электронов в атоме. Релятивистские эффекты в атомах и молекулах. Оператор спин-орбитального взаимодействия.
6. Самосогласованное поле. Периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Эффект Штарка.
7. Основы теории упругого рассеяния. Условие унитарности для рассеяния. Формула Борна. Формула Резерфорда. Приближение эйконала.
8. Решение уравнения Шрёдингера для атома водорода. Приближение Борна-Оппенгеймера. Метод Хартри-Фока.
9. Подход Борна-Оппенгеймера для исследований столкновений. Поверхности адиабатических потенциальной энергии. Молекулярные квантовые числа и волновые функции.
10. Двухуровневая модель Ландау-Зинера. Понятия неупругих столкновений и матрицы рассеяния.
11. Асимптотический метод построения молекулярных потенциальных энергий.
12. Модельные методы исследования ядерной динамики столкновительной квазимолекулы.

### Шкала критериев оценивания:

- **отлично:** аспирант должен продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний материала; исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; правильно формулировать определения; уметь делать выводы по излагаемому материалу. В ходе ответа аспирант должен на высоком уровне продемонстрировать владение математическим аппаратом дисциплины;
- **хорошо:** аспирант должен продемонстрировать достаточно полное знание материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; продемонстрировать владение математическим аппаратом дисциплины; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу;
- **удовлетворительно:** аспирант должен продемонстрировать общее знание изучаемого материала; знать основные положения изучаемой дисциплины; уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; знать основные определения и термины;
- **неудовлетворительно:** аспирант не знает значительную часть материала дисциплины; не владеет понятийным аппаратом дисциплины; допускает существенные ошибки при изложении учебного материала; не умеет строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса.

### Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

#### Основная литература:

- 1) Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 1 / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. ; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 7-е изд., стереотип. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 224 с. - ISBN 978-5-9221-1611-4. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185654>. - ЭБС Лань
- 2) Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 2 / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. ; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 9-е изд., стереотип. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 508 с. - ISBN 978-5-9221-1568-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185651>. - ЭБС Лань
- 3) Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 3 / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. ; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. - 6-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2021. - 800 с. - ISBN 978-5-9221-0530-9. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185658>. - ЭБС Лань
- 4) Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Т. 4 / Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевского Л. П. ; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Питаевского Л. П. - 4-е изд., испр. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2020. - 720 с. - ISBN 978-5-9221-0058-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/185660>. - ЭБС Лань
- 5) Савельев И. В. Основы теоретической физики. В 2-х тт. Том 2. Квантовая механика/Савельев И. В.. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-9395-1. - URL: <https://e.lanbook.com/book/193423>. - ЭБС Лань
- 6) Иродов И. Е. Квантовая физика. Основные законы: учебное пособие/Иродов И. Е.. - Москва: Лаборатория знаний, 2021. - 261 с. - ISBN 978-5-93208-517-2. - URL: <https://e.lanbook.com/book/172249>. - ЭБС Лань.

#### Дополнительная литература:

- 1) Никитин Е.Е., Уманский С.Я. Неадиабатические переходы при медленных атомных столкновениях / Москва: Атомиздат, 1979. - 272 с.

- 2) Собельман И.И. Введение в теорию атомных спектров - Москва: ГИФМЛ, 1963.
- 3) Смирнов Б.М. Асимптотические методы в теории атомных столкновений. - Москва: Атомиздат, 1973. - 296 с.
- 4) Друкарев Г. Ф. Квантовая механика: [Учеб. пособие для физ. спец.вузов], 1988.
- 5) Паули В. Теория относительности : Пер.с нем./Под ред. В. Л. Гинзбурга, В. П. Фролова. - М.:Наука, 1991. - 328с.
- 6) Боголюбов Н.Н., Ширков Д.В. Введение в теорию квантованных полей. - 4-е изд. М.: Наука 1984. - 600 с.

**Авторы-составители программы дисциплины:**

Беляев А. К., д. ф.-м. н., профессор, заведующий кафедрой теоретической физики и астрономии

Гриб А.А., д. ф.-м. н., профессор, профессор кафедры теоретической физики и астрономии

Воронов Я.В., ассистент кафедры теоретической физики и астрономии