

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:  
Декан физического факультета  
С.Н. Филимонов

Рабочая программа дисциплины

**Дополнительные главы квантовой теории**

по направлению подготовки

**03.03.02 Физика**

Направленность (профиль) подготовки:  
**«Фундаментальная и прикладная физика»**

Форма обучения  
**Очная**

Квалификация  
**Бакалавр**

Год приема  
**2025**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
С.Н. Филимонов

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2025

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

– ПК-1 – Способен проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИПК-1.1 – Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

– Освоить основные понятия и методы квантовой механики

– Научиться применять понятийный аппарат квантовой теории для решения практических задач профессиональной деятельности.

## **3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, входит в модуль по выбору «Теоретическая и математическая физика».

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Семестр 5, зачет.

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

Для успешного освоения дисциплины требуются компетенции, сформированные в ходе освоения образовательных программ предшествующего уровня образования.

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по следующим дисциплинам: Общая физика, Атомная физика, Классическая механика, Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Теория функций комплексного переменного, Методы математической физики.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

– лекции: 32 ч.;

–практические занятия: 16 ч.;

– в том числе практическая подготовка: 16 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

Тема 1. Системы тождественных частиц. (Принцип неразличимости тождественных частиц. Фермионы и бозоны. Электрические и оптические свойства твердых тел. Ферромагнетизм. Спиновые волны в кристаллах.)

Тема 2. Симметрия в квантовой механике. (Симметрия и интегралы движения. Симметрия и вырождение энергетических уровней. Теория представлений групп и правила отбора.)

Тема 3. Эффект Ааронова-Бома. (Калибровочная симметрия электромагнитных потенциалов. Поле бесконечно тонкого соленоида. Смещение фазы волновой функции частицы.)

## **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится с применением балльно-рейтинговой системы, включающей контроль посещаемости, результаты выполнения контрольных работ, заданий и тестов по материалам курса, и фиксируется в форме баллов (нарастающим итогом). Оценочные материалы текущего контроля размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Зачет в 5 семестре проводится в письменной форме по экзаменационным билетам. Продолжительность зачета 1 час.

Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации размещены на сайте ТГУ в разделе «Информация об образовательной программе» – <https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=29058>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Вопросы, выносимые на зачет.

1. Принцип неразличимости тождественных частиц.
2. Теорема о связи спина и статистики, статистика составных частиц.
3. Принцип запрета Паули.
4. Электрические и оптические свойства твердых тел.
5. Явление ферромагнетизма. Вывод гамильтониана Гейзенберга.
6. Спиновые волны в кристаллах.
7. Операторы рождения и уничтожения спиновых волн в термодинамическом пределе.
8. Симметрии и законы сохранения в квантовой механике.
9. Операторы пространственных поворотов для скалярной и спиновой частицы.
10. Симметрия и вырождение энергетических уровней.
11. Теория групп и правила отбора.
12. Калибровочная симметрия электромагнитных потенциалов. Принцип минимальной связи.
13. Поле бесконечно тонкого соленоида.
14. Смещение фазы волновой функции частицы в поле соленоида.
15. Экспериментальное наблюдение эффекта Ааронова-Бома.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

1. В.А. Кучин, Основные принципы нерелятивистской квантовой теории, Издательство Томского университета, Томск, 1982.
2. П.А.М. Дирак, Принципы квантовой механики, ФИЗМАТГИЗ, 1960.
3. В.А. Фок, Начала квантовой механики, М.: Наука, 1976.
4. Л.Д. Фаддеев, О.Я. Якубовский, Лекции по квантовой механике для студентов-математиков, Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
5. А. Боум, Квантовая механика: основы и приложения, М.: Мир, 1990.
6. А. Мессия, Квантовая механика, М.: Наука, 1976.
7. А. Садбери, Квантовая механика и физика элементарных частиц, М.: Мир, 1989.
8. Д.И. Блохинцев, Основы квантовой механики, М.: Наука, 1976.
9. П.В. Елютин, В.Д. Кривченко, Квантовая механика, М.: Наука, 1976.
10. Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц, Квантовая механика (нерелятивистская теория), М.: Наука, 1989 (Т. III).
11. А.А. Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский, Квантовая механика, М.: Наука, 1979.
12. Р. Фейнман, А. Хиббс, Квантовая механика и интегралы по траекториям, М.: Мир, 1968.

б) дополнительная литература:

1. Ахиезер А.И., Барьяхтар В. Г., Пелетминский С. В., Спиновые волны, М., 1967;
2. Вонсовский С. В., Магнетизм, М., 1971;
3. Уайт Р., Квантовая теория магнетизма, пер. с англ., 2 изд., М., 1985;
4. Косевич А. М., Иванов Б. А., Ковалев А. С., Нелинейные волны намагнитченности. Динамические и топологические солитоны, К., 1983;
5. Львов В. С., Нелинейные спиновые волны, М., 1987.

в) ресурсы сети Интернет:

1. <https://scholar.google.ru/>
2. <https://www.scopus.com/>
3. <http://www.mathnet.ru/>

### 13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook); системы компьютерной вёрстки LaTeX;

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

### 14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации в смешенном формате, оснащенные системой («Актру»).

### **15. Информация о разработчиках**

Шарапов Алексей Анатольевич, доктор физико-математических наук, профессор кафедры квантовой теории поля физического факультета ТГУ, заведующий лабораторией теоретической и математической физики.