

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

**Методы квантования**

по направлению подготовки

**03.04.02 Физика**

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

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Магистр**

Год приема

**2023**

СОГЛАСОВАНО:  
Руководитель ОП  
О.Н. Чайковская

Председатель УМК  
О.М. Сюсина

Томск – 2023

## **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.

ИПК-1.2 – Умеет выделять и систематизировать основные цели исследований в выбранной области физики, извлекать информацию из различных источников, включая периодическую печать и электронные коммуникации, представлять её в понятном виде и эффективно использовать.

ИПК-1.3 Владеет навыками аналитической переработки информации, проведения исследований с помощью современной аппаратуры и информационных технологий, обобщения и представления результатов, полученных в процессе решения задач исследования.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

- Освоить понятийный аппарат методов квантования.
- Научиться применять понятийный аппарат и методы методов квантования для решения практических задач профессиональной деятельности.

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

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

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

Первый семестр, зачет с оценкой.

## **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, Математический анализ, Линейная алгебра и аналитическая геометрия, Дифференциальные уравнения, Методы математической физики, Электродинамика, Квантовая механика, Теория поля, Калибровочные теории.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины (модуля)**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часа, из которых:

- лекции: 16 ч.;
- практические занятия: 16 ч.;
- в том числе практическая подготовка: 8 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

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

1. Классические калибровочные теории поля. Калибровочные симметрии, сильные законы сохранения. Связи в гамильтоновом формализме, калибровки, скобки Дирака.
2. Основы алгебры и анализа над алгеброй Грассмана. Суперпространства, суперматрицы, суперслед, супердетерминант. Дифференцирование и интегрирование функций на супералгебрах, гауссовы интегралы.
3. Классическая механика систем на суперпространствах. Вариационный принцип, уравнения Лагранжа, градуированные скобки Пуассона.
4. Гамильтоновы системы со связями на суперпространствах. Классификация связей, суперскобки Дирака.
5. Массивное поле спина  $\frac{1}{2}$  как гамильтонова система со связями на супералгебре.
6. Формулировка квантовой механики в терминах символов операторов. Вейлевские,  $q$ - $p$ -символы, связи между ними. \*-произведение символов. Функции Вигнера. Проблема квантования систем с нелинейными фазовыми пространствами, деформационное квантование. Квантование фазовых суперпространств.
7. Квантовая механика в терминах континуального интеграла. Связь интеграла Фейнмана и операторной формулировки квантовой механики.
8. Квантование гамильтоновых систем со связями методом континуального интегрирования. Случай связей второго рода, мера интегрирования.
9. Квантование систем со связями первого рода, мера интегрирования, калибровочная инвариантность амплитуды перехода. Духи Фаддеева-Попова.
10. Ковариантное и каноническое квантование полей Янга-Миллса. Детерминант Фаддеева-Попова. Квантование теорий Черна-Саймонса.
11. БРСТ симметрия и фейнмановское квантование систем со связями в релятивистских калибровках.  
Релятивистское фазовое пространство, гамильтоново БРСТ квантование.
12. БРСТ комплекс, классы БРСТ-когомологий. Операторное квантование гамильтоновых систем со связями первого рода. Квантовые поправки в калибровочной алгебре.
13. Когомологическая теория возмущений, комплекс Кошуля-Тейта.
14. Классическая теория бозонных струн, гамильтонова формулировка, поля Фубини-Венециано, алгебра Вирасоро.
15. БРСТ квантование бозонных струн, квантовая аномалия, критическая размерность.
16. Квантовый спектр бозонных струн.
17. Квантование систем со связями второго рода. Поле Прока.

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

Текущий контроль по дисциплине проводится в форме проверки решений индивидуальных заданий (задач по темам лекций) и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр. 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 с оценкой в 1 семестре** проводится устно по билетам.

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) Учебные материалы по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=23171>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине (<https://www.tsu.ru/sveden/education/eduop/>).

в) План семинарских занятий по дисциплине.

д) Методические указания по организации самостоятельной работы студентов.

## 12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

1. Ф.А.Березин, Введение в суперанализ, МЦНМО, 2013

2. П.Дирак, Принципы квантовой механики, ISBN 978-5-458-33292-7, 2012.

б) дополнительная литература:

1. Гитман Д.М. Тютин И.В. Квантование калибровочных теорий со связями. М.: Наука, 1986.

2. Л.Д.Фаддеев, А.А.Славнов, Введение в квантовую теорию калибровочных полей, Наука 1977.

3. M.Henneux, C.Titelboim, Quantisation of gauge systems, Princeton university press, 1994

4. Де Гроот А, Сатторп Б, Электродинамика, М.: Наука, 1982.

## 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.

## 15. Информация о разработчиках

Ляхович Семен Леонидович, доктор физико-математических наук, профессор, кафедры квантовой теории поля физического факультета ТГУ, заведующий кафедрой.