

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

Физический факультет

УТВЕРЖДЕНО:
Декан физического факультета
С.Н. Филимонов

Оценочные материалы по дисциплине

Методы квантования

по направлению подготовки

03.04.02 Физика

Направленность (профиль) подготовки:
Фундаментальная и прикладная физика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Магистр

Год приема

2025

СОГЛАСОВАНО:
Руководитель ОП
О.Н. Чайковская

Председатель УМК
О.М. Сюсина

Томск – 2025

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

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. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля.

По дисциплине «Методы квантования» предусмотрено решение задач по темам лекций (ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3). Критерии оценивания. При правильном решении задачи ставится оценка зачтено, при неправильном решении не зачтено.

Примеры типовых контрольных заданий:

Проверочные задания по темам 1-7

Вариант №1

1. Найти локальные скалярные калибровочные инварианты электромагнитного поля.
2. Найти гамильтоновы связи для массивного векторного поля, построить скобки Дирака для поля Прока.

Вариант №2

1. Найти qr , pq , и вейлевский символы оператора $q^2 p^2 q^2$.
2. Найти *-произведение Мойала для символов операторов q^k и p^l .

Вариант №3

1. Исходя из канонического континуального интеграла по траекториям в фазовом пространстве получить меру интегрирования по траекториям в конфигурационном пространстве для геодезического действия
2. Найти гамильтониан и связи в электродинамике Максвелла найти матрицу Фаддеева-Попова для калибровки Кулона.

Проверочные задания по темам 8-16

Вариант № 1|

Найти связи и градуированные скобки Дирака для массивного поля спина $1/2$, получить одновременные антикоммутирующие соотношения для Дираковских спиноров.

Вариант № 2

Найти гамильтониан и связи для действия 3-мерной электродинамики с членами Черна-Саймонса и Максвелла в лагранжиане.

Вариант № 3

Найти условия на безмассовые физические состояния в спектре бозонной струны.

Вопросы, вынесенные на самостоятельное изучение.

1. Свойства суперматриц, суперследов, супердетерминантов.
2. Связи между различными типами символов операторов.
3. Свойства грудурованных скобок Пуассона и скобок Дирака.
4. Гамильтонова формулировка и фейнмановское квантование абелевой теории Черна-Саймонса.
5. Гамильтонова формулировка и континуальный интеграл для массивных полей спина 1 и $\frac{1}{2}$.

Темы для рефератов и учебно-методическая литература для самостоятельной работы.

Тема 1. Квантование калибровочных теорий методом производящих уравнений калибровочной алгебры.

Литература:

1. Ф.А.Березин, Введение в суперанализ, МЦНМО, 2013
2. П.Дирак. Принципы квантовой механики, ISBN 978-5-458-33292-7, 2012.

Дополнительная литература:

3. Гитман Д.М. Тютин И.В. Квантование калибровочных теорий со связями. М.: Наука, 1986.
4. Л.Д.Фаддеев, А.А.Славнов, Введение в квантовую теорию калибровочных полей, Наука, 1977.
5. М. Henneux, C. Titelboim, Quantisation of gauge systems, Princeton university press, 1994
6. Де Гроот А, Сатторп Б, Электродинамика, М.: Наука, 1982.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Зачет с оценкой в 1 семестре проводится устно по билетам. Билет содержит два вопроса. Ответ оценивается по пятибальной системе.

Первый вопрос в билете проверяет сформированность компетенции ПК-1 в соответствии с индикатором ИПК-1.1. Ответ дается в развернутой форме. Примерный вопрос:

1. БРСТ когомологии.

Второй вопрос в билете проверяет сформированность компетенции ПК-1 в соответствии с индикаторами ИПК-1.2, ИПК-1.3. Ответ дается в развернутой форме. Примерный вопрос:

2. Каноническое квантование полей Янга-Миллса.

Открытый перечень теоретических вопросов, выносимых на зачет.

Вопрос 1.

1. Гамильтоновы системы со связями. Классификация связей. Калибровочные симметрии.
2. Гамильтоновы системы на суперпространствах, градуированные скобки Пуассона
3. Гамильтоновы связи на суперпространствах, классификация, суперскобка Дирака.
4. Калибровочные симметрии теорий поля на суперпространствах
5. Поле Дирака как Гамильтонова система со связями.
6. Скобки Дирака для поля спина $\frac{1}{2}$.

7. Деформационное квантование, символы операторов.
8. Деформационное квантование систем со связями
9. Квантование гамильтоновых систем методом континуального интегрирования
10. Континуальный интеграл для систем со связями второго рода.

Вопрос 2.

11. Континуальный интеграл для гамильтоновых систем со связями первого рода, духи Фаддеева-Попова.
12. Каноническое квантование полей Янга-Миллса.
13. Ковариантное квантование полей Янга-Миллса методом Фаддеева-Попова.
14. Гамильтоново квантование систем со связями первого рода в релятивистских калибровках методом континуального интегрирования.
15. Гамильтонов БРСТ комплекс для систем со связями первого рода.
16. БРСТ когомологии.
17. Операторное квантование гамильтоновых систем со связями в БРСТ формализме.
18. Бозонная струна как калибровочная система. Алгебра Вирасоро.
19. Квантование бозонных струн, спектр физических состояний.
20. Квантовая аномалия в теории бозонных струн. Критическая размерность.

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

Теоретические вопросы (ИПК-1.1, ИПК-1.2, ИПК-1.3):

1. БРСТ когомологии.
2. Континуальный интеграл для гамильтоновых систем со связями первого рода, духи Фаддеева-Попова.

Информация о разработчиках

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