**29МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

**«Томский государственный педагогический университет»**

**(ТГПУ)**

«УТВЕРЖДАЮ»

декан физико-математического факультета

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ А.Н. Макаренко

«\_\_\_29\_\_\_» \_\_\_августа\_\_\_\_ 2014г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

#### М.3.04.1.

#### «Научно-исследовательский семинар.

#### Избранные вопросы квантовой теории поля»

ТРУДОЕМКОСТЬ (В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ) − 3

Направление подготовки 011200.68 — физика  
магистерская программа: теоретическая физика

Квалификация — магистр физики (теоретическая физика)

**1. Цели изучения дисциплины**

Курс «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» направлен на формирование у магистрантов навыков научных коммуникаций, публичного обсуждения результатов научно-исследовательской работы. Научно-исследовательский семинар нацелен на повышение эффективности самостоятельной научно-исследовательской работы и поддержку студентов при подготовке магистерской диссертации.

**2. Место дисциплины в структуре основной образовательно**й **программы магистратуры**

Курс «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» является обязательным разделом основной образовательной программы магистратуры и направлена на формирование общекультурных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и ООП вуза.

Программа «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» предназначена для магистрантов 2-го курса (3-й семестр), обучающихся по направлению подготовки 011200.68 «физика», магистерская программа «теоретическая физика». Программа согласуется с основной образовательной программой ТГПУ.

Для прохождения научно-исследовательской практики необходимы знания по теоретической физике, которые были получены студентами в первом семестре магистратуры и бакалавриате. Материал курса «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» может быть использован при выполнении магистерской диссертации и в последующей научной работе.

**3. Требования к уровню освоения программы.**

Выпускник магистратуры должен обладать следующими компетенциями.

Общекультурными (ОК): ОК-1, ОК-3, ОК-8;

Профессиональными (ПК): ПК-5, ПК-11.

В процессе изучения курса «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» студент должен:

*знать* основные модели теории различных полей, каноническое квантование свободных полевых моделей, функциональные методы квантовой теории поля, включая функциональный интеграл в калибровочной теории поля и технику эффективного действия, а также знать структуру фейнмановских диаграмм в различных полевых моделях;

*уметь* уметь вычислять однопетлевые контрчлены, выводить уравнения ренормализационной группы, находить однопетлевой эффективный потенциал;

*обладать навыками* применения общих методов к решению конкретных задач.

**4. Общая трудоемкость дисциплины «Научно-исследовательский семинар. Избранные вопросы квантовой теории поля» 3 зачетных единицы и виды учебной работы:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид учебной работы | Трудоемкость  (в соответствии с учебным планом)  (час) | Распределение по семестрам (в соответствии с учебным планом) (час) |
| 108 | 3 |
| Аудиторные занятия | 22 | 22 |
| Лекции |  |  |
| Практические занятия | 22 | 22 |
| Семинары |  |  |
| Лабораторные занятия |  |  |
| Другие виды аудиторных работ |  |  |
| Другие виды работ |  |  |
| Самостоятельная работа | 86 | 86 |
| Курсовой проект (работа) |  |  |
| Реферат |  |  |
| Расчетно-графические работы |  |  |
| Формы текущего контроля |  |  |
| Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом | 23 | зачёт |

**5. Содержание учебной дисциплины:**

5.1 Разделы учебной дисциплины:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование раздела  дисциплины (темы) | Аудиторные часы | | | | | Самостоятельная работа (час) |
| ВСЕГО | Лекции | Практические  (семинары) | Лабораторные | В т.ч. интерактивные формы обучения (не менее 30%) |
| 1. | Группа Лоренца и группа Пуанкаре. | 8 |  | 8 |  | 2 | 30 |
| 5. | Квантовая теория поля Янга-Миллса | 6 |  | 6 |  |  | 26 |
| 6 | Перенормировка и ренормализационная группа | 8 |  | 8 |  | 2 | 30 |
|  | Итого | 22/  0,67 зач.ед | 12 | 12 |  | 4/33% | 86 |

**5.2. Содержание разделов дисциплины:**

1. **Группа Лоренца и группа Пуанкаре.**

Алгебра Ли группы Пуанкаре. Тензорное представление группы Лоренца. Спинорное представление группы Лоренца. Неприводимые унитарные представления группы Пуанкаре. Понятие релятивистского волнового уравнения. Уравнение Клейна-Гордона, ток, инвариантное скалярное произведение решений, решение в виде плоских волн. Уравнения Вейля и Дирака, спин, гамма-матрицы, ток, инвариантное скалярное произведение решений, решение в виде плоских волн. Проблема одночастичной интерпретации. Уравнения Максвелла и Прока, спин фотона. Уравнение для массивного поля со спином 2.

1. **Квантовая теория калибровочных полей**

Понятие о калибровочных теориях общего вида. Калибровочная инвариантность и физические величины. Функциональный интеграл для калибровочных теорий. Духи Фаддева-Попова. Эффективное действие для калибровочных теорий. BRST-симметрия. Фейнмановские диаграммы в теории поля Янга-Миллса. Тождества Славнова-Тейлора в калибровочных теориях. Фейнмановские диаграммы в квантовой гравитации.

1. **Перенормировка и ренормализационная группа**

Расходимости и способы регуляризация фейнмановских диаграмм. Вычитательная процедура и контрчлены. Индекс расходимости диаграммы. Перенормируемые и неперенормируемые теории. Условия нормировки. Перенормировка теории поля Янга-Миллса. Проблема расходимостей в квантовой гравитации. Уравнения ренормализационной группы. Асимптотическая свобода.

**5.3. Лабораторный практикум:**  не предусмотрен

**6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:**

6.1 Рекомендуемая литература:

1. И. Л. Бухбиндер Релятивистская симметрия: учебное пособие/И. Л. Бухбиндер ; МОиН РФ, ФГБОУ ВПО ТГПУ.-Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2012.-104 с.
2. И.Л. Бухбиндер Модели теории поля: учебное пособие/И. Л. Бухбиндер ; МОиН РФ, ФГБОУ ВПО ТГПУ.-Томск:Издательство Томского государственного педагогического университета, 2012.-78с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Квантовые поля, М., Наука, 1980.
2. Л. Райдер. Квантовая теория поля, М., Мир, 1987.
3. М.Е. Пескин, Д.В. Шрёдер. Введение в квантовую теорию поля, РХД, 2001.
4. П. Рамон. Теория поля, М., Мир, 1984.
5. К. Ициксон, Ж.-Б. Зюбер. Квантовая теория поля, в 2-х томах, М., Мир, 1984.
6. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Введение в теорию квантованных полей, М., Наука, 1984.
7. А.А. Славнов, Л.Д. Фаддеев. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. М., Наука, 1988.
8. В.А. Рубаков, Классические калибровочные поля. УРСС, 1999.
9. А.А. Соколов, И.М. Тернов, В.Ч. Жуковский, А.В. Тернов, Калибровочные поля. Изд-во МГУ, 1986.
10. С. Швебер. Введение в релятивистскую квантовую теорию поля. М., Изд-во Иностр. лит-ра, 1963.
11. А.Н. Васильев, Функциональные методы в квантовой теории поля и статистике, Изд-во ЛГУ, 1976.
12. Б.де Витт. Динамическая теория групп и полей, М., Наука, 1987.
13. А.И. Ахиезер, В.Б. Берестецкий. Квантовая электродинамика. М., Наука, 1981.
14. Дж.Д. Бьеркен, С.Д. Дрелл. Релятивистская квантовая теория, в 2-х томах, М., Наука, 1978.
15. В.Б. Берестецкий, Е.М. Лифшиц, Л.П. Питаевский. Квантовая электродинамика. М., Наука, 1989.
16. С. Вайнберг, Квантовая теория поля, в 2-х томах, М., УРСС, 2001.
17. I.L. Buchbinder, S.D. Odintsov, I.L. Shapiro, Effective Action in Quantum Gravity, IOP Publishing, 1992.

**6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины**

Библиотечный фонд ТГПУ, разработки сотрудников кафедры, Интернет-источники:

1. <http://libserv.tspu.edu.ru/> – Научная библиотека ТГПУ
2. <http://www.knigafund.ru/> – электронная библиотечная система «КнигаФонд»
3. <http://e.lanbook.com/> – электронная библиотечная система «Лань»
4. <http://arxiv.org/> – оpen access to e-prints in Physics, Mathematics, Computer Science, Quantitative Biology, Quantitative Finance and Statistics (открытый доступ к препринтам по физике, математике, компьютерным и другим наукам)
5. <http://publish.aps.org/> – [Journals of the American Physical Society (APS)](http://www.google.ru/url?q=http://publish.aps.org/&sa=U&ei=pl8gUeTFMK-Q4gTFtoDoDw&ved=0CBoQFjAA&usg=AFQjCNH2qcATB2wkcXcUiufNAbSIXn9Kkg)
6. <http://inspirehep.net/help/easy-search> – the High Energy Physics information system (информационная система физики высоких энергий)
7. [http://www.elementy.ru](http://www.elementy.ru/)/ – сайт «Элементы большой науки»
8. <http://www.math-net.ru/> – общероссийский математический сайт
9. <http://www.femto.com.ua/index1.html> – энциклопедия физики и техники

**6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лекционная аудитория, мультимедийный проектор.

**7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

**7.1. Методические рекомендации преподавателю**

В начале курса преподаватель должен огласить список рекомендованной для изучения литературы, особо отметив те источники, которые наиболее близки к читаемому курсу. Также следует предупредить студентов, что некоторые темы будут ими разбираться самостоятельно. Предлагаемые студентам для самостоятельного изучения темы должны развивать их умение работать с литературой и базироваться на уже полученных знаниях.

7.2. **Методические рекомендации для студентов**

Студентам предлагается использовать рекомендованную литературу для более прочного усвоения учебного материала, изложенного на лекциях. По каждой теме дается большой цикл задач для самостоятельного решения с последующим отчетом, оценки за которые учитываются при выставлении оценок на экзаменах.

**8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся**

**8.1. Тематика рефератов.** Не предусмотрено

**8.2. Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы.**

1. Операторы Казимира группы Лоренца.

2. Операторы Казимира группы Пуанкаре.

3. Классификация неприводимых представлений группы Пуанкаре.

4. Уравнение движения для пропагатора спинорного поля.

5. Уравнение движания для пропагатора электромагниного поля в лоренцевской калибровке.

6. Пропагатор гравитационного поля.

7. Гауссовские функциональные интегралы.

8. Замена переменных в функциональном интеграле по бозе – и ферми полям.

9. Метод собственного времени и вычисление однопетлевого эффективного потенциала теории скалярного поля.

1. Генераторы калибровочных преобразований м калибровочных теориях общего вида.
2. Теория антисимметричного тензорного поля второго ранга.
3. БРСТ преобразования в теории гравитации.
4. Тождества Уорда для эффективного действия в теории гравитации.
5. Вычисление однопетлевых диаграмм в рамках размерной регуляризации.
6. Вычисление индекса расходимости в пространстве произвольной размерности.
7. Вычисление бета-функции в теории скалярного поля.
8. Вычисление бета-функции в квантовой электродинамике.
9. Вычисление бета-функции в теории поля Янга-Миллса

**8.3. Вопросы для самопроверки**

1. Производящий функционал функций Грина.
2. Производящий функционал связных функций Грина.
3. Производящий функционал одночастично неприводимых функций Грина.
4. Фейнмановские диаграммы.
5. Петлевое разложение.
6. Антикоммутирующие переменные.
7. Дифференцирование и интегрирование по антикоммутирующим переменным.
8. Функциональный интеграл по антикоммутирующим полям.
9. Пропагатор электромагнитного поля.
10. Калибровочная теория общего вида.
11. Функциональный интеграл для калибровочных теорий.
12. Духи Фаддеева-Попова.
13. БРСТ преобразования.
14. БРСТ тождества для эффективного действия.
15. Регуляризация.
16. Размерная регуляризация.
17. Индекс расходимости фейнмановских диаграмм.
18. Уравнения ренормализационной группы.
19. Асимптотическая свобода.

**8.4. Примеры тестов:** Не предусмотрены

**8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену):**

1. Калибровочные теории общего вида.
2. Теория антисимметричного тензорного поля второго ранга.
3. Функциональный интеграл для калибровочных теорий. Процедура Фаддеева-Попова.
4. Духи Фаддеева-Попова.
5. БРСТ преобразования.
6. Тождества Уорда для калибровочных теорий.
7. Фейнмановские диаграммы в теории гравитации
8. Расходимости фейнмановских диаграмм.
9. Виды регуляризаций.
10. Размерная регуляризация.
11. Анализ однопетлевых расходимостей и их устранение.
12. Анализ двухпетлевых расходимостей и их утсранение.
13. Индекс расходимости.
14. Перенормируемые и неперенормируемые теории.
15. Перенормировка теории поля Янга-Миллса.
16. Проблема расходимостей в теории гравитации.
17. Условия нормировки.
18. Уравнение ренормализационой группы для эффективного действия.
19. Уравнения для эффективныв зарядов (бегущих констант связи) и их анализ.
20. Вычисление однопетлевой бета-функции в теории поля Янга-Миллса и асимптотическая свобода.

**8.6. Темы для написания курсовых работ.** Не предусмотрено учебным планом.

**8.7. Формы контроля самостоятельной работы:** Проверка индивидуальных заданий, контрольный опрос (на коллоквиумах устный или письменный), выполнение контрольных работ.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению 011200.68 — физика.

Рабочую программа учебной дисциплины составлена:

### к. ф.-м. н., доцент, кафедра теоретической физики\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.А. Крыхтин

Рабочая программа учебной дисциплины утверждена на заседании кафедры теоретической физики, протокол № 7 от 28 августа 2014 г.

Зав. кафедрой, профессор \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ И.Л. Бухбиндер

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена методической комиссией физико-математического факультета ТГПУ протокол № 1 от 29 августа 2014 г.

Председатель методической комиссии

физико-математического факультета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ З.А. Скрипко