

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Теория суперсимметрии

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор-консультант Аминова А.В. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Asya.Aminova@kpfu.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-6	способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

базовые понятия и факты алгебры и анализа с антикоммутирующими переменными и теории суперсимметрий; иметь представление об особенностях и основных идеях новейших теоретических исследований в области квантовой физики, использующих суперсимметричный подход.

Должен уметь:

дифференцировать и интегрировать функции со значениями в грассмановой алгебре, освоить основные приемы вычислений в теории супергрупп и теории супермногообразий, использовать основные принципы и методы теории суперсимметрий в своей научно-исследовательской деятельности.

Должен владеть:

основными разделами теории суперсимметрий, необходимыми для решения научно-исследовательских задач (в соответствии со своей магистерской программой).

Должен демонстрировать способность и готовность:

использовать основные принципы и методы теории суперсимметрий в своей научно-исследовательской деятельности.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Теоретическая и математическая физика)" и относится к дисциплинам по выбору.

Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Алгебра и анализ с антикоммутирующими					

переменными.

2

4

0

4

16

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Супералгебры и супергруппы Ли. Суперпространство и суперполя.	2	4	0	4	16
3.	Тема 3. Суперсимметричные калибровочные теории. Суперсимметрия и супергравитация. Теория Зайберга-Виттена.	2	4	0	4	16
	Итого		12	0	12	48

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Алгебра и анализ с антикоммутирующими переменными.

Общие сведения об ассоциативных алгебрах. Алгебры Грассмана. Система образующих грассмановой алгебры. Автоморфизм четности. Подалгебры и факторалгебры грассмановой алгебры. Градуированное линейное пространство. Функции со значениями в грассмановой алгебре. Грассмановы аналитические функции. Четные и нечетные образующие алгебры функций со значениями в грассмановой алгебре. Теорема о неявных функциях.

Тема 2. Супералгебры и супергруппы Ли. Суперпространство и суперполя.

Супералгебры и супергруппы Ли. Суперпространство и суперполя.

Супералгебры Ли. Супергруппы Ли. Супергруппа Пуанкаре.

Алгебра суперсимметрий и ее представления. Супермультиплеты.

Суперпространство. Суперпреобразование. Киральные суперполя. Суперковариантные производные.

Суперсимметричные действия. Векторные суперполя. Модель Весса-Зумино.

Тема 3. Суперсимметричные калибровочные теории. Суперсимметрия и супергравитация. Теория Зайберга-Виттена.

$N=1$ суперсимметричная калибровочная теория. Суперсимметричная КХД.

$N=2$ суперсимметричная янг-миллсовская теория. Спонтанно нарушенная суперсимметрия. Суперсимметрия и супергравитация.

Низкоэнергетическое эффективное действие $N=2$ суперсимметричной калибровочной теории. Дуальность Зайберга-Виттена. Монополи.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Архив электронных публикаций научных статей - www.arxiv.org

Бернштейн, Лейтес Д.А., Шандер, Семинар по суперсимметриям, Т. 1. Алгебра и анализ. Основные факты, Под ред. Д. А. Лейтеса и с дополнениями В. В. Молоткова - М.: МЦНМО, 2011. - 410 с. (сайт РФФИ) - http://rfi.molnet.ru/rffi/ru/books/o_491623

Мир теории струн - <http://stringworld.ru/library/books-for-graduate>

Сайт кафедры теории относительности и гравитации -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii>, <http://old.kpfu.ru/f6/k6/index.php>

Электронная библиотека - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета - <http://lib.mexmat.ru/allbooks.php>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Для успешного освоения дисциплины необходимо посещение всех лекций. В ходе лекционных занятий нужно вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов. В случае возникновения вопросов обращаться за консультациями к преподавателю. В ходе изучения дисциплины мало ограничиваться лекциями, рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями.

Вид работ	Методические рекомендации
лабораторные работы	На лабораторных работах внимание уделяется применению основных понятий и формул для решения задач. Для результативной работы на занятиях необходимо выполнять домашнее задание, чтобы разобрать все возникшее при его выполнении вопросы с преподавателем. Для успешного решения задач на лабораторных занятиях желательно помнить законы и определения, разбираемые на лекциях.
самостоятельная работа	После каждой лекции студенту следует внимательно прочитать и разобрать конспект. Понять все математические выкладки и лежащие в их основе физические положения и допущения; воспроизвести все выкладки самостоятельно, не глядя в конспект. Выполнить или доделать выкладки, которые лектор предписал сделать самостоятельно (если таковые имеются). Если лектор предписал разобрать часть материала более подробно самостоятельно по доступным письменным или электронным источникам, то необходимо своевременно это сделать. При возникновении каких-либо трудностей с пониманием материала рекомендуется попросить помощи у своих одногруппников или сокурсников. Также можно обратиться за помощью к лектору.
экзамен	У каждого студента на руках должен быть полный список вопросов для экзамена. Их можно тщательно изучить и разбить на несколько групп по уровню ваших знаний. Необходимо иметь конспекты всех лекций и практических занятий. На экзамене будут предложены задачи аналогичные разбираемым на практических занятиях. Не стоит избегать посещения консультации - на ней можно уточнить у преподавателя все, что осталось непонятным.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;
- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Теоретическая и математическая физика".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Основная литература:

1. Вайнберг, С. Квантовая теория поля. Т.1. Общая теория [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2015. ? 648 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/91164>. ? Загл. с экрана.
2. Кейн, Г. Суперсимметрия и не только. От бозона Хиггса к новой физике [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2015. ? 235 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66344>. ? Загл. с экрана.
3. Городенцев, А.Л. Алгебра. Учебник для студентов-математиков. Часть 1 [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : МЦНМО, 2014. ? 485 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56398>. ? Загл. с экрана.
4. Фейнман, Р. Задачи к Фейнмановским лекциям по физике [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс. ? Электрон. дан. ? Москва : Издательство 'Лаборатория знаний', 2016. ? 402 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/90250>. ? Загл. с экрана.

Дополнительная литература:

1. Капитонов, И.М. Введение в физику ядра и частиц. [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? М. : Физматлит, 2010. ? 512 с. ? Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2189> ? Загл. с экрана.
2. Боголюбов, Н.Н. Квантовые поля [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2005. ? 384 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2117>. ? Загл. с экрана.
3. Гриб, А.А. Основные представления современной космологии [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2008. ? 108 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2168>. ? Загл. с экрана.
3. Березин, Ф.А. Введение в суперанализ [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : МЦНМО, 2013. ? 432 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56394>. ? Загл. с экрана.
4. Винберг, Э.Б. Курс алгебры [Электронный ресурс] : учеб. ? Электрон. дан. ? Москва : МЦНМО, 2013. ? 590 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56396>. ? Загл. с экрана
5. Вайнберг, Стивен. Квантовая теория поля : перевод с английского / С. Вайнберг ; Под ред. В. Ч. Жуковского; Пер. Я. А. Уржумова и др. ? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003. Т. 1: Общая теория .? Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2003 .? 648 с. ? Пер. изд.: The quantum theory of fields, v.1/S.Weinberg (Cambridge: Cambridge university press, 2000) .? Библиогр. в конце ст. ? Предм., имен. указ.: с.636-648. Оригинал перевода: The quantum theory of fields, v.1 / S. Weinberg .? Cambridge : Cambridge university press, 2000.
ISBN 5-9221-0403-9 ((русск.)) .? ISBN 0-521-55001-7 ((англ.)) . 7 экземпляров
6. Высоцкий, М.И. Лекции по теории электрослабых взаимодействий [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2011. ? 152 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2712>. ? Загл. с экрана.

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Теоретическая и математическая физика
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2017

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.