

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



**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор  
по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Минзарипов Р.Г.

\_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**Программа дисциплины**  
Теория суперсимметрии М1.ДВ.1

Направление подготовки: 011200.68 - Физика  
Профиль подготовки: Физика атомов и молекул  
Квалификация выпускника: магистр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Аминова А.В.

**Рецензент(ы):**

-

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой:  
Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г  
Учебно-методическая комиссия Института физики:  
Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No

Казань  
2014

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

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

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины "Теория суперсимметрий" (ЕН.В1.2) являются изучение основных принципов и методов суперсимметричных физических теорий, овладение математическим аппаратом теории суперсимметрий и углубление представлений студентов о природе и взаимосвязи фундаментальных взаимодействий.

### **2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования**

Данная учебная дисциплина включена в раздел "М1.ДВ.1 Общенаучный" основной образовательной программы 011200.68 Физика и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе, 1 семестр.

Дисциплина ЕН1.В1.2 "Теория суперсимметрий" является вариативной частью естественнонаучного цикла дисциплин (блок М.1) для магистров по направлению подготовки 011200 "Физика", профиль "Теоретическая и математическая физика". Обучающийся должен владеть знаниями и умениями, полученными при изучении дисциплин математического и естественнонаучного цикла (блок Б.2), а также базовой части профессионального цикла (модуль "Теоретическая физика") и дисциплин Б.3.ДВ1 "Специальная теория относительности", Б.3.ДВ6 "Общая теория относительности", Б.3.ДВ10 "Теория спиноров" и Б.3.ДВ7 "Квантовая теория поля". Основные положения дисциплины ЕН.В1.2 "Теория суперсимметрий" должны использоваться в дальнейшем при изучении следующих дисциплин: ДН(М).Ф1 "Современные проблемы физики", ДН(М).Р.2 "Физика высоких энергий и космология", ДН(М).В1.2 "Калибровочные поля". Освоение дисциплины "Теория суперсимметрий" необходимо также как предшествующее для научно-исследовательской практики по теории струн и суперструн.

### **3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля**

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основные 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.

2. должен уметь:

понимать основные принципы и подходы в теории супергравитации и теории суперструн

3. должен владеть:

техникой дифференцирования и интегрирования функций со значениями в грассмановой алгебре, а также основными приемами вычислений в теории супергрупп и теории супермногообразий;

### **4. Структура и содержание дисциплины/ модуля**

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

Форма промежуточного контроля дисциплины экзамен в 1 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Часть I. Алгебра и анализ с антикоммутирующими переменными. Общие сведения об ассоциативных алгебрах. Алгебры Грассмана. Система образующих грассмановой алгебры. Автоморфизм четности группой симметрии. Автоморфизмы и антиавтоморфизмы грассмановой алгебры. Подалгебры и фактор алгебры грассмановой алгебры. Четность. Градуированное линейное пространство. Функции со значениями в грассмановой алгебре. Грассмановы аналитические функции. Четные и нечетные образующие алгебры функций со значениями в грассмановой алгебре Продолжение систем образующих Теорема о неявных функциях. Анализ функций от антикоммутирующих переменных. Дифференцирование. Интегрирование.						

Супердетерминант. Супермногообразия.

1	0	0	0
---	---	---	---

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
2.	Тема 2. Часть II. Суперсимметрия и супергравитация. Суперсимметрия. Суперсимметричные действия. Суперпространство. Суперсимметричные правила Фейнмана. Ренормируемость. Конечные полевые теории. Супергруппы. Супералгебра Ли. Супергруппа Пуанкаре. Производная Ли суперполя. Суперметрика. Суперсвязность. Суперпространство Минковского. Суперсимметричное пространств. Супергравитация. Струны и суперструны	1		0	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	1		0	0	0	экзамен
	Итого			0	0	0	

#### 4.2 Содержание дисциплины

**Тема 1. Часть I. Алгебра и анализ с антикоммутирующими переменными. Общие сведения об ассоциативных алгебрах. Алгебры Грассмана. Система образующих грассмановой алгебры. Автоморфизм четности группой симметрии. Автоморфизмы и антиавтоморфизмы грассмановой алгебры. Подалгебры и фактор алгебры грассмановой алгебры. Четность. Градуированное линейное пространство. Функции со значениями в грассмановой алгебре. Грассмановы аналитические функции. Четные и нечетные образующие алгебры функций со значениями в грассмановой алгебре. Продолжение систем образующих Теорема о неявных функциях. Анализ функций от антикоммутирующих переменных. Дифференцирование. Интегрирование. Супердетерминант. Супермногообразия.**

**Тема 2. Часть II. Суперсимметрия и супергравитация. Суперсимметрия. Суперсимметричные действия. Суперпространство. Суперсимметричные правила Фейнмана. Ренормируемость. Конечные полевые теории. Супергруппы. Супералгебра Ли. Супергруппа Пуанкаре. Производная Ли суперполя. Суперметрика. Суперсвязность. Суперпространство Минковского. Суперсимметричное пространств. Супергравитация. Струны и суперструны**

#### 5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **7.1. Основная литература:**

1. Акулов В.П., Волков Д.В. О римановых суперпространствах минимальных размерностей. Теор. и матем. физика. 1979, т.41, ♦ 2, 147-156.
2. Аминова А.В., Мочалов С. В. Суперпространство Минковского как инвариант супергруппы Пуанкаре. Изв. вузов. Матем., 1994, ♦ 3, 5-12.
3. Березин Ф.А. Математические основы суперсимметричных теорий поля. Ядерная физика, 1979, т.29, ♦ 6, 1670-1687.
4. Березин Ф. А. Введение в алгебру и анализ с антикоммутирующими переменными.
5. Бринк Л., Энно М. Принципы теории струн.
6. Биррел Н., Девис П. Квантованные поля в искривленном пространстве-времени.
7. Введение в супергравитацию. М., 1985.
8. Волков Д.В. О спинорной структуре суперпространств. Письма в ЖЭТФ. 1983, т.38,♦ 10, 508-510.
9. Грин М., Шварц Дж., Виттен Э. Теория суперструн. В 2-х томах.
10. Kaku M. Quantum field theory. A modern introduction. Oxford Un-ty Press. 1993.
11. Кетов СВ. Введение в суперсимметрию. В сб. "Гравитация и теория относительности". Казань. Изд-во КГУ. 1988. Вып.26.
12. Кетов СВ. Введение в квантовую теорию струн и суперструн. Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ие, 1990.
13. Лейтес Д.А. Теория супермногообразий. Петрозаводск. Карел, фил. АН СССР.
14. Морозов А. Ю. Теория струн - что это такое. УФН, 1992, т. 162, 84.
15. Поляков А. Калибровочные поля и струны.
16. Уэст П. Введение в суперсимметрию и супергравитацию.
17. Шерк Дж. Расширенная суперсимметрия и теория расширенной супергравитации. В кн.: Геометрические идеи в физике (под ред. Ю. Манина).

### **7.2. Дополнительная литература:**

1. Ахиезер А. И., Пелетминский С. В. Поля и фундаментальные взаимодействия.
2. Березин Ф. А. Метод вторичного квантования.
3. Барут А., Рончка Р. Теория представлений групп и ее приложения. В 2-х томах.
4. Де Витт Б.С. Динамическая теория групп и полей.- М.:Наука,1987,-287с.
5. Кафиев Ю.Н. Аномалии и теория струн. Новосибирск.: Наука. Сиб. отд-ие, 1991.
6. Кетов СВ. Нелинейные сигма-модели в квантовой теории поля и теории струн. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ие, 1992.
7. Маринов М. С. Релятивистские струны и дуальные модели сильных взаимодействий. УФН, 1977, т. 121, 377.
8. Маршаков А. В. Точные непертурбативные решения квантовой теории и интегрируемые системы. В кн.: Лекционные заметки по теоретической и математической физике (под ред. А. В. Аминовой). Т. 2, ч. 1. Изд. Хэтер. Казань. 1999 г.
9. Нелипа Н. Ф. Физика элементарных частиц. Калибровочные поля.

10. Шадура В. Н. Двумерная модель Изинга и  $q$ -деформированное грассманоно поле. В кн.: Лекционные заметки по теоретической и математической физике (под ред. А. В. Аминовой). Т. 3, ч. 2. Изд. Хэтер. Казань. 2003.

### **7.3. Интернет-ресурсы:**

### **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану**

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по направлению 011200.68 "Физика" и магистерской программе Физика атомов и молекул .



Автор(ы):

Аминова А.В. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.