

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

_____ А.Л. Толстик
(подпись)
_____ 03.03.2016
(дата утверждения)
Регистрационный № УД- 2523 /уч.

СУПЕРСИММЕТРИЧНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ТЕОРИИ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности
1-31 04 01 Физика (по направлениям),
направлению специальности
1-31 04 01-01 Физика (научно-исследовательская деятельность)**

Минск 2016 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта ОСВО 1-31 04 01-2013, утвержденного и введенного в действие постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 30.08.2013 № 88; учебных планов №G31-163/уч., №G31и-174/уч., утвержденных 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

В.И. Кувшинов - профессор кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 23.05.2016 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 09.06.2016);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В спецкурсе «Суперсимметричные полевые теории» рассматривается алгебра и группа суперсимметрии как единственно возможное обобщение пространственно-временных преобразований группы Пуанкаре и группы SO_3 на преобразование с антикоммутирующими параметрами. Преобразования группы суперсимметрии осуществляют переход бозонов и фермионов между собой и понижают расходимости в суперсимметричных теориях. Современные модели теоретико-полевых и струнных теорий являются суперсимметричными. Предсказываемые этой схемой суперпартнеры фундаментальных частиц входят в программы поиска новых частиц на современных ускорителях.

Цель преподавания учебной дисциплины - дать базовые представления о теории суперсимметрии, суперсимметричных полевых моделях и суперпартнерах элементарных частиц – одном из основных направлений развития современной физики элементарных частиц и физики высоких энергий, как теоретической, так и экспериментальной.

Задачи преподавания учебной дисциплины: изучение

- 1) алгебры суперсимметрии ,
- 2) суперсимметричных полевых моделей,
- 3) открытых и замкнутых алгебр,
- 4) суперпространства и суперполя,
- 5) супергравитации,
- 6) роли суперсимметрии в физике элементарных частиц и физике высоких энергий (сокращение расходимостей и аномалий. суперпартнеры элементарных частиц и их поиск на эксперименте. суперсимметричные струнные теории в 10- и 26-мерном пространстве).

Учебная дисциплина «Суперсимметричные полевые теории» непосредственно связана (опирается и дает необходимый аппарат) с электродинамикой, квантовой механикой, математическими методами теоретической физики, квантовой теорией калибровочных полей, теорией непрерывных групп, дифференциальной геометрией и топологией и другими дисциплинами.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 50, из них количество аудиторных часов — 30.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лекций и семинарских занятий. На проведение лекционных занятий отводится 28 часов, на семинарские занятия — 2 часа.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Алгебра суперсимметрии

Роль и место суперсимметрии в физике, математике. Бозоны и фермионы. Алгебра суперсимметрии как расширение алгебры Пуанкаре. Антicomмутирующие супергенераторы и параметры. Свойства супералгебры и суперсимметричных моделей.

2. Примеры суперсимметричных полевых моделей

Модель Весса-Зумино (свободная и с взаимодействием). Суперсимметричная квантовая электродинамика. Канонические размерности Ферми и Бозе-полей. Суперток.

3. Открытые и замкнутые алгебры

Размыкание алгебры супергенераторов вне массовой оболочки. Замыкание алгебры. Вспомогательные поля и их свойства. Вспомогательные поля в моделях Весса-Зумино и фотон-нейтринной системе.

4. Суперпространство и суперполе

Суперполя по базисному набору. Физические поля. Лагранжиан суперполя. Суперполевого и компонентный подходы.

5. Супергравитация

Локализация коммутирующих и антикоммутирующих параметров супергруппы. Локальная суперсимметрия как калибровочная группа. Супергравитация. Гравитон и гравитино. Лагранжиан супергравитации и его свойства.

6. Суперсимметрия в физике высоких энергий

Роль суперсимметрии в ФВЭ. Сокращение расходимостей и аномалий. Суперпартнеры элементарных частиц и их поиск на эксперименте. Суперсимметричные струнные теории в 10- и 26-мерном пространстве.

Учебно-методическая карта учебной дисциплины

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное			
1	2	3	4	5	6	7		8	9
1	Алгебра суперсимметрии	4						1, 2	
2	Примеры суперсимметричных полевых моделей	6						2,3	Устный опрос
3	Открытые и замкнутые алгебры	6						1,3	Устный опрос
4	Суперпространство и суперполе	6						2,3,5	Устный опрос
5	Супергравитация	6						1,4,5	
6	Суперсимметрия в физике высоких энергий	6		2				2,3	коллоквиум
									Зачет
	Итого	28		2					

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. П. Уэст, Введение в суперсимметрию и супергравитацию, М., Мир. 1989.
2. Ю. Весс, Дж. Беггер, Суперсимметрия и супергравитация, М., Мир. 1986.
3. В.Н. Огиевецкий, Л. Мезанческу, Симметрия между бозонами и фермионами и суперполя. УФН, т. 117, с. 637-683. 1975
4. Ф.И. Федоров, Группа Лоренца, М., Наука. 1979.
5. P.V. Niewwenhuizen, Phys. Reports 68, 189. 1981.

Мероприятия для контроля управляемой самостоятельной работой

Для контроля УСР используются коллоквиумы, которые проводятся в письменной форме.

Варианты проведения коллоквиумов:

1. Коллоквиум №1. Суперпространство и суперполе.

Примерный перечень вопросов:

- 1) Расширение четырехмерного пространства на восьмимерное за счет четверки антикоммутирующих координат.
- 2) Свойства антикоммутирующих координат.
- 3) Понятие суперполя.
- 4) Разложение суперполя по базовым комбинациям антикоммутирующих переменных.
- 5) Набор компонентных полей, входящих в суперполе.

1. Коллоквиум №2. Суперсимметрия в физике высоких энергий.

Примерный перечень вопросов:

- 1) Сокращение расходимостей и аномалий в суперсимметричных моделях.
- 2) Суперпартнеры элементарных частиц и их поиск в современных экспериментах.
- 3) Суперсимметричные струнные теории:
 - фермионные струнные теории в 10-мерном пространстве,
 - бозонные струнные теории в 26-мерном пространстве.
- 4) Суперпартнеры-кандидаты на частицы темной материи и темной энергии.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по курсу является предоставление студентам необходимой для работы

информации, а также обеспечение регулярных консультаций преподавателя и периодичной отчетности по различным видам учебной и самостоятельной деятельности.

В открытом доступе для студентов размещается следующая информация:

- программа курса с указанием основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения зачета;
- сроки проведения контрольных мероприятий по различным видам учебной деятельности:
 - коллоквиумов по изучаемому материалу;
- для дополнительного развития творческих способностей одаренных студентов организуются:
 - студенческие научно-практические конференций, конкурсы;
 - студенческие олимпиады.

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Коллоквиум проводится в письменной форме и включает в себя 4–5 обобщенных заданий. На выполнение коллоквиумов отводится 90 мин. По согласованию с преподавателем разрешается использовать справочные, научные и учебные печатные издания, любые электронные источники информации и конспект лекций (в любой форме). Каждое задание в соответствии с его сложностью оценивается от 3 до 5 баллов (максимальная сумма баллов за все задачи в контрольной (коллоквиуме) равна 10). Количество баллов за каждую выполненное задание выставляется в зависимости от правильности, полноты и оригинальности ее решения. Нерешенное или решенное полностью неправильно задание оценивается в 0 баллов. Оценка за коллоквиум рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждое задание.

Оценка текущей успеваемости основывается на оценке за коллоквиум.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Электродинамика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленной варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Общая теория относительности	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Квантовая теория калибровочных полей	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)
Дифференциальная геометрия и топология	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №10 от 23.05.2016)