

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
Белорусского государственного универси-
тета



А.Л. Толстик

(подпись)

—
(дата утверждения)

Регистрационный № УД-4351 /уч.

Лаборатория специализации
«ПРАКТИКУМ ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ. Ч. 4»
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 2017

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:

С.Я. Килин - профессор кафедры теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико–математических наук, профессор;

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

И.Д. Феранчук – заведующий кафедрой теоретической физики и астрофизики Белорусского государственного университета, доктор физико–математических наук, профессор;

Т.В. Шишкина - 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 № 8 от 02.05.2017 г.);

Советом физического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 11 от 08.06.2017 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Целью лаборатории специализации «Практикум по теоретической физике. Ч.4» является приобретение студентами практическими навыками вычислений по тематике спецкурсов, которые читаются в 9 семестре в рамках специализации по теоретической физике.

Задача лаборатории специализации состоит в том, чтобы рассмотреть решение ряда конкретных задач, иллюстрирующих общие вопросы, которые изучаются в спецкурсах с детальными расчетами и физической интерпретацией полученных результатов. Некоторые вопросы студенты должны изучить самостоятельно при работе с рекомендуемыми учебниками, учебными пособиями.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные цели и задачи, которые были поставлены в указанных спецкурсах
- математический аппарат для описания распространения электромагнитных волн, конкретных физических полей, применяемых в теории фундаментальных физических взаимодействий, современную теорию гравитационного поля;

уметь: – использовать методы, рассмотренные в спецкурсах, при решении конкретных практических проблем в рамках изученной тематики;

владеть: - навыками физической интерпретации полученных решений.

Освоение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.
- Владеть системным и сравнительным анализом.
- Владеть исследовательскими навыками.
- Уметь работать самостоятельно.
- Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).
- Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.
- Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.
- Обладать навыками устной и письменной коммуникации.
- Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.
- Быть способным к социальному взаимодействию.
- Обладать способностью к межличностным коммуникациям.
- Быть способным к критике и самокритике.
- Уметь работать в команде.
- Применять знания теоретических и экспериментальных основ физики, современных технологий и материалов, методы исследования физических объ-

ектов, методы измерения физических величин, методы автоматизации эксперимента.

– Использовать новейшие открытия в естествознании, методы научного анализа, информационные образовательные технологии, физические основы современных технологических процессов, научное оборудование и аппаратуру.

– Проводить планирование и реализацию физического эксперимента, оценивать функциональные возможности сложного физического оборудования.

– Пользоваться глобальными информационными ресурсами, компьютерными методами сбора, хранения и обработки информации, системами автоматизированного программирования, научно-технической и патентной литературой.

– Осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективным направлениям развития отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям.

– Применять полученные знания фундаментальных положений физики, экспериментальных, теоретических и компьютерных методов исследования, планирования, организации и ведения научно-исследовательской, научно-производственной и научно-педагогической работы.

– Применять знания физических основ современных технологий, средств автоматизации, методов планирования и организации производства, правового обеспечения хозяйственной деятельности и налоговой системы, современного предпринимательства, государственного регулирования экономики и экономической политики.

Общее количество часов, отводимое на изучение учебной дисциплины — 124, из них количество аудиторных часов — 74.

Форма получения высшего образования — очная, дневная,

Аудиторные занятия проводятся в виде лабораторных занятий.

Занятия проводятся на 5-м курсе в 9-м семестре.

Формы текущей аттестации по учебной дисциплине — зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Диссипативная динамика двухуровневой системы: решение управляющих уравнений и представление на сфере Блоха
2. Представление динамики квантового гармонического осциллятора с затуханием в терминах функции Глаубера
3. Метод квантовых траекторий в описании открытых квантовых систем: применение к гармоническому осциллятору
4. Квантовые повторители и "очистка" квантовой перепутанности: вывод основных соотношений
5. Алгоритм Гровера для задачи о поиске в неструктурированной базе данных

6. Исследование и доказательство второй теоремы Паули о связи спина и статистики
7. Теория возмущений. Диаграммы Фейнмана
8. Духи Фаддеева-Попова. Тожества Уорда
9. Бегущая константа связи. Ренормгрупповой анализ
10. Асимптотическая свобода. Непертурбативная область КХД
11. Калибровочно инвариантная теория струны. Действие Виттена
12. Вычисление амплитуды и сечения рассеяния для кулоновского потенциала
13. Расчет зонного спектра каналирования в модели Кронига-Пенни
14. Расчет сечения параметрического рентгеновского излучения
15. Оценка энергии одномерного полярона
16. Квантовая черенковская неустойчивость
17. Квантование электромагнитного поля
18. Теорема Вика
19. Расчет матричных элементов процессов взаимодействия фермионов и бозонов
20. Ковариантное выражение сечения процессов рассеяния элементарных частиц
21. Вероятность процессов распада элементарных частиц

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	Диссипативная динамика двухуровневой системы: решение управляющих уравнений и представление на сфере Блоха				2			[1-5]	
2	Представление динамики квантового гармонического осциллятора с затуханием в терминах функции Глаубера				2			[1-5]	
3	Метод квантовых траекторий в описании открытых квантовых систем: применение к гармоническому осциллятору				2			[1-5]	
4	Квантовые повторители и "очистка" квантовой запутанности: вывод основных соотношений				2			[1-5]	
5	Алгоритм Гровера для задачи о поиске в неструктурированной базе данных				2			[1-5]	Контрольная работа
6	Исследование и доказательство второй теоремы Паули о связи спина и статистики				4			[6-12]	
7	Теория возмущений. Диаграммы Фейнмана				4			[6-12]	
8	Духи Фаддеева-Попова. Тождества Уорда				4			[6-12]	
9	Бегущая константа связи. Ренормгрупповой анализ				4			[6-12]	

10	Асимптотическая свобода. Непертурбативная область КХД				4			[6-12]	Контрольная работа
11	Калибровочно инвариантная теория струны. Действие Виттена				2			[6-12]	
12	Вычисление амплитуды и сечения рассеяния для кулоновского потенциала				4			[13-18]	
13	Расчет зонного спектра каналирования в модели Кронига-Пенни				4			[13-18]	
14	Расчет сечения параметрического рентгеновского излучения				4			[13-18]	
15	Оценка энергии одномерного полярона				4			[13-18]	
16	Квантовая черенковская неустойчивость				4			[13-18]	Контрольная работа
17	Квантование электромагнитного поля				2			[19-25]	
18	Теорема Вика				4			[19-25]	
19	Расчет матричных элементов процессов взаимодействия фермионов и бозонов				10			[19-25]	
20	Ковариантное выражение сечения процессов рассеяния элементарных частиц				4			[19-25]	
21	Вероятность процессов распада элементарных частиц				2			[19-25]	
	Итого				74				Зачет

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень рекомендуемой литературы

1. М.Скалли, М.Зубари, Квантовая оптика, М., 2003
2. Л.Мандель, Э.Вольф, Оптическая когерентность и квантовая оптика, М., 2000.
3. М Нильсен., И.Чанг, Квантовые вычисления и квантовая информация М., «Мир», 2006. – 824 с.
4. С.Я. Килин, Квантовая информация, УФН, N 5.,1999
5. Д.Боумейстер, А.Экерт, А.Цайлингер, Физика квантовой информации, М,2002
6. А.А. Сланов, Л.Д. Фаддеев. Введение в квантовую теорию калибровочных полей. М., Наука. 1988.
7. Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. Введение в теорию квантованных полей. М., Наука. 1973.
8. Т.П. Ченг, Л.Д. Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. М., Мир. 1987.
9. К. Хуанг. Кварки, лептоны и калибровочные поля. М., Мир. 1985.
10. А. Ю. Морозов. Аномалии в калибровочных теориях. Успехи физических наук, т. 150, вып. 3, стр. 337-416. 1986.
11. Л. Райдер. Квантовая теория поля. М., Мир. 1987.
12. Ландау, Л.Д. Электродинамика сплошных сред / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц.— М.: Наука, 2002.— 618 с.
13. Займан, Дж. Принципы теории твердого тела / Дж.Займан — М.: Наука, 1985.— 412 с.
14. Барышевский, В.Г. Ядерная оптика поляризованных сред / В.Г.Барышевский— М.: Энергоатомиздат, 1995.— 320 с.
15. Барышевский, В.Г.. Каналирование, излучение и реакции в кристаллах при высоких энергиях / В.Г.Барышевский— Мн.: Изд-во БГУ, 1982.—255 с.
16. Гольдбергер, М Теория столкновений / М.Гольдбергер, К.Ватсон. — М.: Мира, 1967.— 820 с.
17. Ландау, Л.Д. Релятивистская квантовая теория, т.1,2 / Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц, Л.П.Питаевский.— М.: Наука, 1982.
18. Боголюбов, Н.Н. Квантованные поля / Н.Н. Боголюбов, Д.В. Ширков. – М.: Наука, – 1980. – 326с.
19. Биленький, С.М. Введение в диаграммную технику Фейнмана / С.М.Биленький. — М.: Энергоатомиздат, 1990 — 287с.
20. Д.Бьеркен, Дж. Релятивистская квантовая теория. Т.1 / Дж. Д.Бьеркен, С.Д.Дрелл. – М.: Наука, – 1978. – 397с.
21. Коллинз, Дж. Перенормировка. / Дж. Коллинз. – М.: Наука, – 1988. – 258с.

22. Райдер, Л. Квантовая теория поля. / Л. Райдер. – М.: Наука, – 1987. – 186с.
23. Шишкина, Т.В. Физика элементарных частиц / Т.В. Шишкина, Н.М. Шумейко. – Мн.: БГУ, – 2002. – 112с.
24. Шишкина, Т.В. Рассеяние микрочастиц / Т.В. Шишкина. – Мн.: БГУ, – 2008. – 96с.

Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы студентов

Основой методики организации самостоятельной работы студентов по д 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 со списком основной и дополнительной литературы;
- учебно-методические материалы для лабораторных занятий;
- график консультаций преподавателя;
- вопросы для проведения зачета;
- сроки проведения контрольных работ
- примерный перечень тем заданий для контрольных работ.

Перечень используемых средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Контрольные работы

Примерный перечень мероприятий для контроля качества усвоения знаний по учебной дисциплине

Контрольные работы

Рекомендуемая тема контрольной работы №1: Анализ и графическое представление диссипативной динамики квантовых систем.

Примерный перечень заданий:

1. Решить управляющее уравнение при ненулевой температуре резервуара и наличии дефазировки для двухуровневой системы, приготовленной изначально в суперпозиции основного и возбужденного состояний.
2. Найти зависимость эффективного радиуса сферы Блоха для динамики системы, описанной в п.1.
3. Решить управляющее уравнения при нулевой температуре резервуара для оптической моды поля, приготовленной изначально в суперпозиции

двух когерентных состояний с одинаковыми по модулю и противоположными по знаку амплитудами.

4. Изобразить динамику системы, описанной в п. 3, в терминах функции Вигнера.

Рекомендуемая тема контрольной работы №2: Когерентное взаимодействие частиц и фотонов со средой

Примерный перечень заданий:

1. Вычислить полное сечение рассеяния электрона на экранированном примесном центре
2. Найти критический угол отражения рентгеновского излучения с длиной волны 1Å от кристалла кремния
3. Оценить число уровней связанного движения при каналировании позитрона с энергией 10 МэВ в кремнии
4. Вычислить ионный вклад в теплоемкость кристалла кремния

Рекомендуемая тема контрольной работы №3: Квантовые аномалии

Примерный перечень заданий:

1. Симметрии и сохраняющиеся токи
2. Регуляризации и возникновение аномалий
3. Классификация и вычисление аномалий

Рекомендации по контролю качества усвоения знаний и проведению аттестации

Для текущего контроля качества усвоения знаний по дисциплине рекомендуется использовать контрольные работы. Контрольные работы 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.

Контрольные работы проводятся в письменной форме и включают в себя от 2 до 5 задач. Каждая задача в соответствии с ее сложностью оценивается от 2 до 3 баллов (максимальная сумма баллов за все задачи в контрольной работе равна 10). Количество баллов за каждую решенную задачу выставляется в зависимости от правильности, полноты и оригинальности ее решения. Нерешенная или решенная полностью неправильно задача оценивается в 0 баллов. Оценка за контрольную работу рассчитывается как сумма баллов, полученных за каждую задачу.

По согласованию с преподавателем на контрольной работе разрешается использовать справочные научные и учебные печатные издания, а также электронные ресурсы.

Оценка текущей успеваемости рассчитывается как среднее оценок за каждую контрольную работу. При оценке текущей успеваемости 4 балла и более студенты допускаются к зачету. При оценке ниже 4 баллов решением кафедры студенты не допускаются к зачету, и им назначается срок выполнения контрольных работ.

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в форме зачета.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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)
Квантовая оптика	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №8 от 02.05.2017)
Квантовая теория калибровочных полей	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №8 от 02.05.2017)
Прикладные проблемы квантовой теории	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №8 от 02.05.2017)
Физика элементарных частиц	Кафедра теоретической физики и астрофизики	Оставить содержание учебной дисциплины без изменения	Рекомендовать к утверждению учебную программу в представленном варианте (протокол №8 от 02.05.2017)