

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 поля Б1.В.ДВ.10

Направление подготовки: 03.03.02 - Физика

Профиль подготовки: не предусмотрено

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

**Автор(ы):** Балакин А.Б.

**Рецензент(ы):** Попов А.А.

### **СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Сушков С. В.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Учебно-методическая комиссия Института физики:

Протокол заседания УМК No \_\_\_ от "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Казань

2019

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы
2. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы высшего образования
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
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
  - 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения
  - 6.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания
  - 6.3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы
  - 6.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
  - 7.1. Основная литература
  - 7.2. Дополнительная литература
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 к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (профессор) Балакин А.Б. (Кафедра теории относительности и гравитации, Отделение физики), Alexander.Balakin@kpfu.ru

### 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший дисциплину, должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин
ПК-2	способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта
ПК-4	способностью применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин

Выпускник, освоивший дисциплину:

Должен знать:

основные постулаты, лежащие в основе релятивистской теории скалярных, псевдоскалярных, массивных векторных, электромагнитных, спинорных и калибровочных полей, основные понятия, технику варьирования Лагранжианов свободных и взаимодействующих полей.

Должен уметь:

пользоваться ковариантными методами теоретической физики, методами римановой геометрии и основами теории групп.

Должен владеть:

техникой вычисления ковариантных производных физических полей, техникой варьирования Лагранжианов полей произвольной структуры

Должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания для решения конкретных физических задач

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

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.В.ДВ.10 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.03.02 "Физика (не предусмотрено)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 4 курсе в 7, 8 семестрах.

### 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 - 64 часа(ов), в том числе лекции - 28 часа(ов), практические занятия - 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 44 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 0 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: отсутствует в 7 семестре; зачет в 8 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. Ковариантная теория скалярного, псевдоскалярного, массивного векторного и электромагнитного полей	7	9	9	0	9
2.	Тема 2. Ковариантная электродинамика релятивистских сплошных сред, аксионная электродинамика	7	9	9	0	9
3.	Тема 3. Ковариантная теория спинорного и калибровочного полей	8	10	18	0	26
	Итого		28	36	0	44

## 4.2 Содержание дисциплины

### Тема 1. Ковариантная теория скалярного, псевдоскалярного, массивного векторного и электромагнитного полей

Классические поля: лагранжев формализм, уравнения движения. Теорема Нетер. Сохраняющиеся величины. Симметрии и законы сохранения. Тензоры энергии-импульса, момента импульса, орбитального и спинового моментов. Калибровочные преобразования. Заряд и вектор тока. Действительное и комплексное скалярные поля: лагранжев формализм, уравнения Клейна-Гордона, импульсное представление, положительно- и отрицательно-частотные составляющие. Электромагнитное поле: градиентное преобразование, условие Лоренца, лагранжев формализм.

### Тема 2. Ковариантная электродинамика релятивистских сплошных сред, аксионная электродинамика

Тензор напряженности и тензор индукции диэлектрических сред, движущихся неравномерно и неоднородно; тензор линейного отклика анизотропной среды, оптически активные среды, динамооптически активные среды. Аксионная электродинамика. тензор энергии - импульса электромагнитного поля в среде, векторы потока энергии Пойнтинга, Минковского, Абрагама..

### Тема 3. Ковариантная теория спинорного и калибровочного полей

Спинорное поле: факторизация оператора Клейна-Гордона, матрицы Дирака, лагранжев формализм, уравнение Дирака, матричный тензор спина, импульсное представление, спин. Спинорное поле с нулевой массой: уравнения Вейля, спиральность.

Калибровочные поля: теория унитарной симметрии и группы Ли; генераторы унитарной группы, матрицы Паули и Гелл-Манна; унитарные тензоры, компенсирующие поля, ковариантные производные калибровочных полей.

## 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"

Положение от 24 декабря 2015 г. № 0.1.1.67-06/265/15 "О порядке проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.67-06/24/15 от 14 декабря 2015 г. "О формировании фонда оценочных средств для проведения текущей, промежуточной и итоговой аттестации обучающихся федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Положение № 0.1.1.56-06/54/11 от 26 октября 2011 г. "Об электронных образовательных ресурсах федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/66/16 от 30 марта 2016 г. "Разработки, регистрации, подготовки к использованию в учебном процессе и удаления электронных образовательных ресурсов в системе электронного обучения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/11/16 от 25 января 2016 г. "О балльно-рейтинговой системе оценки знаний обучающихся в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Регламент № 0.1.1.67-06/91/13 от 21 июня 2013 г. "О порядке разработки и выпуска учебных изданий в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет""

Сайт кафедры теории относительности и гравитации -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii/uchebnaya-rabota/uchebnye-posobiya>

## 6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

### 6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы и форм контроля их освоения

Этап	Форма контроля	Оцениваемые компетенции	Темы (разделы) дисциплины
<b>Семестр 7</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-4 , ПК-1	1. Ковариантная теория скалярного, псевдоскалярного, массивного векторного и электромагнитного полей
2	Устный опрос	ПК-1 , ПК-2	2. Ковариантная электродинамика релятивистских сплошных сред, аксионная электродинамика
3	Письменное домашнее задание	ПК-2 , ПК-4	1. Ковариантная теория скалярного, псевдоскалярного, массивного векторного и электромагнитного полей 2. Ковариантная электродинамика релятивистских сплошных сред, аксионная электродинамика
<b>Семестр 8</b>			
	<b>Текущий контроль</b>		
1	Устный опрос	ПК-4 , ПК-1	3. Ковариантная теория спинорного и калибровочного полей
2	Письменное домашнее задание	ПК-1 , ПК-2	3. Ковариантная теория спинорного и калибровочного полей
	<b>Зачет</b>	ПК-1, ПК-2, ПК-4	

### 6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Семестр 7</b>					
<b>Текущий контроль</b>					

Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2
		Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	
<b>Семестр 8</b>					
<b>Текущий контроль</b>					
Устный опрос	В ответе качественно раскрыто содержание темы. Ответ хорошо структурирован. Прекрасно освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован высокий уровень понимания материала. Превосходное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Основные вопросы темы раскрыты. Структура ответа в целом адекватна теме. Хорошо освоен понятийный аппарат. Продemonстрирован хороший уровень понимания материала. Хорошее умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема частично раскрыта. Ответ слабо структурирован. Понятийный аппарат освоен частично. Понимание отдельных положений из материала по теме. Удовлетворительное умение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	Тема не раскрыта. Понятийный аппарат освоен неудовлетворительно. Понимание материала фрагментарное или отсутствует. Неумение формулировать свои мысли, обсуждать дискуссионные положения.	1 2
		Письменное домашнее задание	Правильно выполнены все задания. Продemonстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продemonстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.	
<b>Зачтено</b>			<b>Не зачтено</b>		



Форма контроля	Критерии оценивания				Этап
	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неуд.	
<b>Зачет</b>	Обучающийся обнаружил знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных программой дисциплины.		Обучающийся обнаружил значительные пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий и не способен продолжить обучение или приступить по окончании университета к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.		

**6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**Семестр 7**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Тема 1

Классические поля: лагранжев формализм, уравнения движения. Теорема Нетер. Сохраняющиеся величины. Симметрии и законы сохранения. Тензоры энергии-импульса, момента импульса, орбитального и спинного моментов. Калибровочные преобразования. Заряд и вектор тока. Действительное и комплексное скалярные поля: лагранжев формализм, уравнения Клейна-Гордона, импульсное представление, положительно- и отрицательно-частотные составляющие. Электромагнитное поле: градиентное преобразование, условие Лоренца, лагранжев формализм, поперечные, продольные и временные составляющие, спин.

**2. Устный опрос**

Тема 2

Электромагнитное поле в движущихся диэлектрических средах. Напряженность и индукция, тензор линейного отклика среды и его неприводимое представление. Оптическая и динамо-оптическая активность анизотропных сред. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля в среде, векторы потока энергии Пойнтинга, Минковского и Абрагама. Аксионная электродинамика и её приложения к физике Космоса.

**3. Письменное домашнее задание**

Темы 1, 2

Классические поля: лагранжев формализм, уравнения движения. Теорема Нетер. Сохраняющиеся величины. Симметрии и законы сохранения. Тензоры энергии-импульса, момента импульса, орбитального и спинного моментов. Калибровочные преобразования. Заряд и вектор тока. Действительное и комплексное скалярные поля: лагранжев формализм, уравнения Клейна-Гордона, импульсное представление, положительно- и отрицательно-частотные составляющие. Электромагнитное поле: градиентное преобразование, условие Лоренца, лагранжев формализм, поперечные, продольные и временные составляющие, спин.

Скалярное и псевдоскалярное поля: канонический и эффективный тензоры энергии-импульса; приложения к Физике Космоса.

Ковариантная теория электромагнитного поля: диэлектрическая и магнитная проницаемость релятивистских анизотропных неравномерно и неоднородно движущихся сред; приложения к Физике Космоса.

**Семестр 8**

**Текущий контроль**

**1. Устный опрос**

Тема 3

Матрицы Паули, матрицы Дирака и операции с ними. трансформационные свойства спиноров Дирака. Тензорные объекты в теории спиноров. Ковариантная производная от спинора.

**2. Письменное домашнее задание**

Тема 3

Спинорное поле: факторизация оператора Клейна-Гордона, матрицы Дирака, лагранжев формализм, уравнение Дирака, матричный тензор спина, импульсное представление, спин. Спинорное поле с нулевой массой: уравнения Вейля, спиральность. Ковариантное обобщение теории Дирака.

Калибровочные поля: теория унитарной симметрии и группы Ли; генераторы унитарной группы, матрицы Паули и Гелл-Манна; унитарные тензоры, компенсирующие поля, ковариантные производные калибровочных полей.

**Зачет**

Вопросы к зачету:

Вопросы к зачету:

БИЛЕТЫ К ЗАЧЕТУ

Билет 1.

1. Классические поля: Лагранжев формализм, уравнения движения.
2. Матрицы Гелл-Манна.

Билет 2.

1. Теорема Нётер. Сохраняющиеся величины.
2. Ковариантная производная спинора.

Билет 3.

1. Симметрии и законы сохранения.
2. Тензор энергии-импульса скалярного поля.

Билет 4.

1. Тензор энергии-импульса электромагнитного поля.
2. Уравнения аксионной электродинамики.

Билет 5.

1. Тензоры орбитального и спинового моментов.
2. Калибровочные преобразования. Заряд и вектор тока.

Билет 6.

1. Действительное и комплексное скалярное поле: Лагранжев формализм, уравнения Клейна-Гордона.
2. Электромагнитное поле в вакууме: Лагранжев формализм, поперечные, продольные составляющие, спин.

Билет 7.

1. Факторизация оператора Клейна-Гордона, матрицы Дирака.
2. Уравнение Дирака.

Билет 8.

1. Спинорное поле: матричный тензор спина, импульсное представление, спин.
2. Спинорное поле с нулевой массой. Уравнения Вейля.

Билет 9.

1. Оптическая активность аксионной темной материи.
2. Фундаментальное и присоединенное представления в теории унитарной симметрии.

Билет 10.

1. Тензорный анализ неабелевых калибровочных полей: понятие о ковариантной производной.
2. Динамо-оптическая активность неравномерно и неоднородно движущихся сред.

#### 6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

В КФУ действует балльно-рейтинговая система оценки знаний обучающихся. Суммарно по дисциплине (модулю) можно получить максимум 100 баллов за семестр, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов.

Для зачёта:

56 баллов и более - "зачтено".

55 баллов и менее - "не зачтено".

Для экзамена:

86 баллов и более - "отлично".

71-85 баллов - "хорошо".

56-70 баллов - "удовлетворительно".

55 баллов и менее - "неудовлетворительно".

Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 7</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
		2	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	3	10



Форма контроля	Процедура оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	Этап	Количество баллов
<b>Семестр 8</b>			
<b>Текущий контроль</b>			
Устный опрос	Устный опрос проводится на практических занятиях. Обучающиеся выступают с докладами, сообщениями, дополнениями, участвуют в дискуссии, отвечают на вопросы преподавателя. Оценивается уровень домашней подготовки по теме, способность системно и логично излагать материал, анализировать, формулировать собственную позицию, отвечать на дополнительные вопросы.	1	10
Письменное домашнее задание	Обучающиеся получают задание по освещению определённых теоретических вопросов или решению задач. Работа выполняется письменно дома и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.	2	10
<b>Зачет</b>	Зачёт нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Зачёт проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий.		50

## 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

### 7.1 Основная литература:

Степаньянц, К.В. Классическая теория поля [Электронный ресурс] : учеб. пособие ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2009. ? 544 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2328>. ? Загл. с экрана.

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.

Ковалёв, В.А. Элементы теории поля: вариационные симметрии и геометрические инварианты [Электронный ресурс] : рук. / В.А. Ковалёв, Ю.Н. Радаев. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2009. ? 160 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2213>. ? Загл. с экрана.

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.

### 7.2. Дополнительная литература:

Белавин, А.А. Инстантоны, струны и конформная теория поля [Электронный ресурс] : сб. науч. тр. ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2002. ? 448 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2110>. ? Загл. с экрана.  
Электронно-библиотечная система Издательства Лань

Цвелюк, А.М. Квантовая теория поля в физике конденсированного состояния [Электронный ресурс] ? Электрон. дан. ? Москва : Физматлит, 2004. ? 320 с. ? Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2714>. ? Загл. с экрана.  
Электронно-библиотечная система Издательства Лань

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

Архив электронных публикаций научных статей - <http://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. - [http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/books/o\\_491623](http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/books/o_491623)

Библиотека EqWorld МИР МАТЕМАТИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ - <http://eqworld.ipmnet.ru/indexr.htm>

Издательство - <http://e.lanbook.com/>

Сайт кафедры теории относительности и гравитации КФУ -

<http://kpfu.ru/physics/struktura/kafedry/kafedra-teorii-otnositelnosti-i-gravitacii/uchebnaya-rabota/uchebnye-posobiya>

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

Электронно-библиотечная система - <http://www.knigafund.ru/>

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

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Необходимым требованием для освоения дисциплины является посещение лекций. В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки. В случае возникновения вопросов обращаться за консультациями к преподавателю. В ходе изучения дисциплины мало ограничиваться лекциями, рекомендуется изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой.
практические занятия	Главное назначение практических занятий - более тесное общение преподавателя со студентами на темы определённые преподавателем заранее. При подготовке требуется попытаться выполнить все домашние задания и попытаться наиболее чётко сформулировать непонятные и проблемные этапы возникшие при этом. Непосредственно на занятии нужно обсудить возникшие вопросы с преподавателем.
самостоятельная работа	Самостоятельное изучение части материала. Если часть учебного материала отведена на самостоятельное изучение, то необходимо приступить к этому незамедлительно после указания преподавателя и освоить материал в отведенные им сроки. Материал следует изучать по доступным письменным и электронным источникам, о которых сообщит преподаватель.
устный опрос	Устный опрос, как правило, производится на каждом практическом занятии для актуализации знаний. Для его успешного прохождения достаточно знания определений. Все это можно найти в собственных конспектах лекций, рекомендованной литературе. Запоминание основных понятий и формул существенно упрощается, если регулярно выполнять все домашние задания, читать рекомендованную литературу, просматривать регулярно конспекты лекций.
письменное домашнее задание	Одной из основных форм работы студента является выполнение домашнего задания. На семинарских занятиях как правило задачи решаются под руководством преподавателя, и только полное выполнение письменных домашних заданий позволит научиться решать задачи самостоятельно, пробовать и находить правильный способ решения задачи. Часть задач письменного домашнего задания повторяет задачи, разбираемые в аудитории, и для их выполнения достаточно просмотреть конспект практических занятий. Некоторые задачи более сложные и требуют переосмысления методов и алгоритмов, применяемых в аудитории. В случае возникновения проблем, следует ознакомиться с разобранными примерами задач в рекомендованной литературе, обратиться за консультацией к преподавателю.
зачет	У каждого студента на руках должен быть полный список вопросов. Их можно тщательно изучить и разбить на несколько групп по уровню ваших знаний. Необходимо иметь конспекты всех лекций и практических занятий. На зачете 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)

Освоение дисциплины "Теория поля" предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

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.

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

Освоение дисциплины "Теория поля" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

#### **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 03.03.02 "Физика" и профилю подготовки не предусмотрено.