|  |
| --- |
| **Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский физико-технический институт
(национальный исследовательский университет)»** |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **«УТВЕРЖДАЮ»**  |  |
|  |  |  |  | **Директор физтех-школы фундаментальной и прикладной физики** |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ В.В. Киселев** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Рабочая программа дисциплины (модуля)** |
| **по дисциплине:** | Дополнительные разделы квантовой теории поля |
| **по направлению:** | Прикладные математика и физика (магистратура) |
| **профиль подготовки:** |  | Физика фундаментальных взаимодействий |
|  |  | факультет проблем физики и энергетики |
|  |  | Кафедра фундаментальных взаимодействий и космологии |
| **курс:** | 1 |
| **квалификация:** | магистр |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 1(Осенний) - Экзамен |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Аудиторных часов: 30 всего, в том числе: |  |  |
|  | лекции: 0 час. |  |  |
|  | практические и семинарские занятия: 30 час. |  |  |
|  | лабораторные занятия: 0 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Самостоятельная работа: 30 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подготовка к экзамену: 30 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Количество курсовых работ, заданий: 2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Программу составил:** | М.В. Либанов, д-р физ.-мат. наук |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Программа обсуждена на заседании кафедры**  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 марта 2017 г. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| СОГЛАСОВАНО: |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Заведующий кафедрой | В.А. Матвеев |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Начальник учебного управления | И.Р. Гарайшина |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Декан факультета | А.Г. Леонов |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1. Цели и задачи** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Цель дисциплины** |  |  |  |  |  |  |
| - изучение дополнительных глав квантовой теории поля, которые позволяют сформировать более широкий взгляд на достигнутые в последние годы успехи и понять перспективы дальнейшего развития этого научного направления. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Задачи дисциплины** |  |  |
|  освоение методов вычисления функций Грина квантовых полей; |
|  освоение теории перенормировок; |
|  освоение ренормгрупповых методов; |
|  знакомство с аналитическими методами квантовой теории поля. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Курс «Дополнительные разделы квантовой теории поля» относится к вариативной части образовательной программы |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Дополнительные разделы квантовой теории поля» базируется на дисциплинах: |
| Введение в физику элементарных частиц; |
| Квантовая теория поля. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Дополнительные разделы квантовой теории поля» предшествует изучению дисциплин: |
| Проблемы теории элементарных частиц и космологии. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Освоение дисциплины направлено на формирование следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций: |
| способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); |
| способность использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук, и владением научным мировоззрением (ОПК-3); |
| способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1); |
| способность ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание (ПК-2). |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **В результате освоения дисциплины обучающиеся должны** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **знать:** |  |  |  |  |  |  |
| – принципы перенормировки квантовых полей, ренормгруппу, аналитические методы исследования квантовых полей. |
| **уметь:** |  |  |
| – выделять перенормируемые взаимодействия, вычислять интегралы Фейнмана, перенормировать простейшие теории, вычислять ренормгрупповые коэффициенты. |
| **владеть:** |  |  |
| – навыками освоения большого объема информации, навыками самостоятельной работы. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.1. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкости по видам учебных занятий |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| № | Тема (раздел) дисциплины | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу  |
|  |  | Лекции | Практичес- кие и семинарские занятия | Лаборат. работы | Задания, курсовые работы | Самост. работа |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | Функции Грина в квантовой теории поля. Метод производящих функционалов. |  | 2 |  |  | 2 |
| 2 | Ультрафиолетовые расходимости петлевых интегралов. Методы регуляризации. Регуляризация Паули-Вилларса. |  | 3 |  |  | 2 |
| 3 |  Размерная регуляризация. Спиноры и матрицы Дирака в пространстве произвольной размерности. Примеры вычислений фейнмановских интегралов. |  | 3 |  |  | 2 |
| 4 | Введение в теорию перенормировок. Стандартная схема перенормировки. Схема вычитаний на массовой поверхности в скалярной теории (однопетлевое приближение). |  | 2 |  |  | 2 |
| 5 | БПХЦ-схема перенормировок. Введение в перенормировку многопетлевых диаграмм. |  | 3 |  |  | 2 |
| 6 | Метод подсчета степеней расходимостей. Перенормируемые и неперенормируемые теории. Схема минимальных вычитаний. Особенности схемы минимальных вычитаний. |  | 4 |  |  | 2 |
| 7 | Перенормировка в квантовой электродинамике. Калибровочная инвариантность и перенормировки. Тождества Уорда |  | 3 |  |  | 2 |
| 8 | Ренормализационная группа. Ренормгрупповое уравнение. Вычисление ренормгрупповых коэффициентов. |  | 2 |  |  | 2 |
| 9 | Применения ренормгруппы. Анализ асимптотического поведения функций Грина. Теорема Вайнберга. Ведущие логарифмы. |  | 2 |  |  | 2 |
| 10 | Эффективные масса и константа связи. Разновидности высокоэнергетического и низкоэнергетического поведения. Асимптотическая свобода. |  | 2 |  |  | 2 |
| 11 | Спектральные представления функций Грина. Оптическая теорема. Представление Челлена-Лемана. |  | 4 |  |  | 10 |
| Итого часов |  | 30 |  |  | 30 |
| Подготовка к экзамену | 30 час. |
| Общая трудоёмкость | 90 час., 2 зач.ед. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.2.  | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестр: 1 (Осенний) |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1. Функции Грина в квантовой теории поля. Метод производящих функционалов. |
|  |  |  |
|  | Функции Грина в квантовой теории поля. Диаграммы Фейнмана. Типы диаграмм. Метод производящих функционалов для получения связных функций Грина. Почему важны функции Грина. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2. Ультрафиолетовые расходимости петлевых интегралов. Методы регуляризации. Регуляризация Паули-Вилларса. |
|  |  |  |
|  | Демонстрация методов вычисления петлевых интегралов на примере однопетлевого вклада в 4х-точечную функцию Грина в скалярной теории с самодействием. Метод фейнмановских параметров, поворот Вика. |
|  | Причина появления ультрафиолетовых расходимостей в петлевых интегралах. Методы регуляризации. Регуляризация Паули-Вилларса. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3. Размерная регуляризация. Спиноры и матрицы Дирака в пространстве произвольной размерности. Примеры вычислений фейнмановских интегралов. |
|  |  |  |
|  | Размерная регуляризация. Нахождение однопетлевых вкладов в 2х и 4х точечные функции Грина в скалярной теории. Спиноры и матрицы Дирака в пространстве произвольной размерности. Общие формулы для нахождения фейнмановских интегралов. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 4. Введение в теорию перенормировок. Стандартная схема перенормировки. Схема вычитаний на массовой поверхности в скалярной теории (однопетлевое приближение). |
|  |  |  |
|  | Введение в теорию перенормировок. Стандартная схема перенормировки. Схема вычитаний на массовой поверхности в скалярной теории (однопетлевое приближение). |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 5. БПХЦ-схема перенормировок. Введение в перенормировку многопетлевых диаграмм. |
|  |  |  |
|  | БПХЦ-схема перенормировок. Введение в перенормировку многопетлевых диаграмм. Рекурсивная процедура построения лагранжиана контрчленов. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 6. Метод подсчета степеней расходимостей. Перенормируемые и неперенормируемые теории. Схема минимальных вычитаний. Особенности схемы минимальных вычитаний. |
|  |  |  |
|  | Метод подсчета степеней расходимостей. Перенормируемые и неперенормируемые теории.  |
|  | Классификация непернормируемых теорий. Схема минимальных вычитаний. Особенности схемы минимальных вычитаний. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 7. Перенормировка в квантовой электродинамике. Калибровочная инвариантность и перенормировки. Тождества Уорда |
|  |  |  |
|  | Перенормировка в квантовой электродинамике. Калибровочная инвариантность и перенормировки. Тождества Уорда. Вывод тождеств Уорда в КЭД. Следствия тождеств Уорда. Доказательство перенормируемости КЭД во всех порядках теории возмущений. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 8. Ренормализационная группа. Ренормгрупповое уравнение. Вычисление ренормгрупповых коэффициентов. |
|  |  |  |
|  | Свобода в выборе перенормировочного предписания. Ренормализационная группа и перенормируемость теории. Ренормгрупповое уравнение. Ренормгрупповые коэффициенты в однопетлевом приближении в скалярной теории. Вычисление ренормгрупповых коэффициентов во всех порядках теории возмущений. Уравнение Калана-Симанчика. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 9. Применения ренормгруппы. Анализ асимптотического поведения функций Грина. Теорема Вайнберга. Ведущие логарифмы. |
|  |  |  |
|  | Применения ренормгруппы. Анализ асимптотического поведения функций Грина. Теорема Вайнберга. Суммирование ведущих логарифмов на примере 2х-точечной функции Грина в скалярной теории. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 10. Эффективные масса и константа связи. Разновидности высокоэнергетического и низкоэнергетического поведения. Асимптотическая свобода. |
|  |  |  |
|  | Метод подсчета степеней расходимостей. Перенормируемые и неперенормируемые теории.  |
|  | Классификация непернормируемых теорий. Схема минимальных вычитаний. Особенности схемы минимальных вычитаний. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 11. Спектральные представления функций Грина. Оптическая теорема. Представление Челлена-Лемана. |
|  |  |  |
|  | Полнота гильбертова пространства. Вывод оптической теоремы. Получение представления Челлена-Лемана для пропагатора. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)** |
|  |  |  |
|  | Учебная аудитория, оснащенная мультимедиапроектором и экраном, доской. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **6. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Основная литература |  |
|  | 1. М.Пескин, Д.Шрёдер. Введение в квантовую теорию поля. Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001.
2. Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантованных полей. Собрание научных трудов в 12 томах. Квантовая теория. Том 10. Издательство Московского Университета, 2008 г.
 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дополнительная литература |  |
|  | 1. Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантованных полей. - М.: Наука, 1984.
2.Дж.Коллинз. Перенормировка. Введение в теорию перенормировок, ренормализационной группы и операторных разложений. - М.: Мир, 1988.
3. К.Ициксон, Ж.-Б.Зюбер. Квантовая теория поля. В 2-х томах: - М.
4. Дж.Д.Бьеркен, С.Д.Дрелл. Релятивистская квантовая теория. В 2-х томах: - М.: Наука, 1978.
5 Т.-П.Ченг, Л.-Ф.Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. - М.: Мир, 1987.
6. П.Рамон, Теория поля. Современный вводный курс. - М.: Мир, 1984.
7. S.Weinberg Quantum theory of fields. Cambridge University Press, vol.1: 1995; vol.2: 1997.
8. Л.Д.Ландау, Е.М.Лифшиц. Теоретическая физика. Т. IV, - М.: Наука, 1989.
9. Ф.Индурайн. Квантовая хромодинамика. Введение в теорию кварков и глюонов. - М.: Мир, 1986.
 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1. Т.-П.Ченг, Л.-Ф.Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. - М.: Мир, 1987. |
|  | 2. П.Рамон, Теория поля. Современный вводный курс. - М.: Мир, 1984. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | http://inspirehep.net/ |
|  | http://xxx.lanl.gov/ |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | На лекционных занятиях используются мультимедийные технологии, включая демонстрацию презентаций. В процессе самостоятельной работы обучающихся желательно использование сайтов http://xxx.lanl.gov/. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Студент, изучающий курс «Дополнительные разделы квантовой теории поля», должен с одной стороны, овладеть общим понятийным аппаратом, а с другой стороны, должен научиться применять теоретические знания на практике. |
| В результате изучения дисциплины студент должен знать основные определения, уверенно |
| разбираться в таких разделах квантовой теории поля, как высшие радиационные поправки и аналитические свойства функций Грина. Обучающийся должен уметь применять полученные знания для решения различных задач современной теоретической физики. Изучение теоретического курса должно выполняться самостоятельно каждым студентом по итогам каждой из лекций, результаты контролируются преподавателем на лекционных занятиях, при этом используются конспект лекций, учебники, рекомендуемые данной программой. По заданию преподавателя решаются задачи, выданные преподавателем по итогам лекционных занятий, используются конспект лекций, учебники, рекомендуемые данной программой, а также сборники задач, включая электронные, учебно-методические пособия. |
| Успешное освоение курса требует напряжённой самостоятельной работы студента. В программе курса приведено минимально необходимое время для работы студента над темой. Самостоятельная работа включает в себя: |
| – чтение и конспектирование рекомендованной литературы, |
| – проработку учебного материала (по конспектам лекций, учебной и научной литературе), подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, доказательство отдельных утверждений, свойств; |
| – решение задач, предлагаемых студентам на практических занятиях, |
| – подготовку к семинару, экзамену. |
| Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. |
| Показателем владения материалом служит умение решать задачи. Для формирования умения применять теоретические знания на практике студенту необходимо решать как можно больше задач. При решении задач каждое действие необходимо аргументировать, ссылаясь на известные теоретические сведения и экспериментальные данные.  |
| При подготовке к занятиям необходимо повторять ранее пройденный материал. В начале занятия, как правило, проводится короткий (10-15 минут) опрос по материалу прошедших занятий в устной или письменной форме. Обычно придерживаются следующей схемы: изучение материала лекции по конспекту в тот же день, когда была прослушана лекция (10-15 минут); повторение материала накануне следующей лекции (10-15 минут), проработка учебного материала по конспектам лекций, учебной и научной литературе, подготовка ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения, подготовка к практическому занятию, решение задач. Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями к лектору или преподавателю, ведущему практические занятия. |
|  Сдача экзаменов осуществляется в форме доклада по решенным, заранее выданным, задачам повышенной сложности. Примеры задач: |
|  |
| 1. Рассмотрим скалярную теорию с лагранжианом |
|  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| в шести пространственно-временных измерениях. |
|  |
| 1. Может ли такая теория претендавать на роль физической теории? |
| 2. Является ли эта теория пренормируемой? Если нет, то как необходимо модифицировать лагранжиан, чтобы она стала таковой? |
| 3. Перенормировать эту теорию в однопетлевом приближении. |
| 4. Вычислить аномальную размерность и |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|   |
| Возможные темы курсовых работ: |
| 1. Анализ перенормируемости в теории Юкавы. |
| 2. Однопетлевая перенормировка в теории Юкавы. |
| 3. Ренормнруппа в теории Юкавы. |
| 4. Асимптотическое поведение функций Грина в теории Юкавы. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **11. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации по итогам обучения**  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Приложение |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  | **ПРИЛОЖЕНИЕ** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ** |
| **ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ** |
| **ПО ДИСЦИПЛИНЕ** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| **по направлению:** | Прикладные математика и физика (магистратура) |
| **профиль подготовки:** |  | Физика фундаментальных взаимодействий |
|  |  | Факультет проблем физики и энергетики |
|  | Кафедра фундаментальных взаимодействий и космологии |
| **курс:** | 1 |  |  |
| **квалификация:** | магистр |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестр, формы промежуточной аттестации: 1(Осенний) - Экзамен |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разработчик:** | М.В. Либанов, д-р физ.-мат. наук |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины** |
| Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций: |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1); |
| способность использовать на практике углубленные фундаментальные знания, полученные в области естественных и гуманитарных наук, и владением научным мировоззрением (ОПК-3); |
| способность самостоятельно и (или) в составе исследовательской группы разрабатывать, исследовать и применять математические модели для качественного и количественного описания явлений и процессов и (или) разработки новых технических средств (ПК-1); |
| способность ставить, формализовать и решать задачи, уметь системно анализировать научные проблемы, генерировать новые идеи и создавать новое знание (ПК-2). |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2. Показатели оценивания компетенций** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| В результате изучения дисциплины «Дополнительные разделы квантовой теории поля» обучающийся должен: |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **знать:** |  |  |  |  |  |  |
| – принципы перенормировки квантовых полей, ренормгруппу, аналитические методы исследования квантовых полей. |
| **уметь:** |  |  |  |  |  |  |
| – выделять перенормируемые взаимодействия, вычислять интегралы Фейнмана, перенормировать простейшие теории, вычислять ренормгрупповые коэффициенты. |
| **владеть:** |  |  |  |  |  |  |
| – навыками освоения большого объема информации, навыками самостоятельной работы. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сдача экзаменов осуществляется в форме доклада по решенным, заранее выданным, задачам повышенной сложности. Примеры задач, входящих в экзаменационные билеты: |
|   |
| 1. Рассмотрим скалярную теорию с лагранжианом |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
| 1. Может ли такая теория претендавать на роль физической теории? |
| 2. Является ли эта теория пренормируемой? Если нет, то как необходимо модифицировать лагранжиан, чтобы она стала таковой? |
| 3. Перенормировать эту теорию в однопетлевом приближении. |
| 4. Вычислить аномальную размерность и |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **4. Критерии оценивания** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Оценку «отлично (10)» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную и дополнительную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, разбирающийся в основных научных концепциях по изучаемой дисциплине, проявивший творческие способности и научный подход в понимании и изложении учебного программного материма, ответ отличается богатством и точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично. |
| Оценка «отлично (9)» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично. |
| Оценку «отлично (8)» заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| Оценку «хорошо (7)» заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических, семинарских, лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| Оценку «хорошо (6)» заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, отличавшийся достаточной активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы. |
| Оценку «хорошо (5)» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе па экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для их самостоятельного устранения. |
| Оценку «удовлетворительно (4)» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей. |
| Оценку «удовлетворительно (3)» заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объёме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, не отличавшийся активностью на практических (семинарских) и лабораторных занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, однако допустивший погрешности при их выполнении и в ответе на экзамене, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя наиболее существенных погрешностей. |
| Оценка «неудовлетворительно (2)» выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях или отсутствие знаний по значительной части основного учебно-программного материала, не выполнившему самостоятельно предусмотренные программой основные задания, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не отработавшему основные практические, семинарские, лабораторные занятия, допускающему существенные ошибки при ответе, и который не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |
| Оценка «неудовлетворительно (1)» выставляется студенту, не ответившему на заданные (отказ от ответа, представленный ответ полностью не по существу содержащихся в экзаменационном задании вопросов). |
|  |
| Оценка «зачтено» выставляется студенту, если по десятибалльной шкале его знания оцениваются не ниже «удовлетворительно»; оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся в противном случае. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется не менее 45 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышает двух астрономических часов.  |
| Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой дисциплины, а также всей необходимой литературой для решения задачи; при ответах на устные вопросы пользоваться литературой запрещено.  |