|  |
| --- |
| **Федеральное государственное автономное образовательноеучреждение 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:** | Теория групп в физике |
| **по направлению:** | Прикладные математика и физика (бакалавриат) |
| **профиль подготовки:** |  | Физика атомного ядра, элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий |
|  |  | факультет проблем физики и энергетики |
|  |  | Кафедра фундаментальных взаимодействий и космологии |
| **курс:** | 3 |
| **квалификация:** | бакалавр |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестры, формы промежуточной аттестации: |  |  |
|  |  | 5 (Осенний) - Экзамен |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Аудиторных часов: 30 всего, в том числе: |  |  |
|  | лекции: 20 час. |  |  |
|  | практические и семинарские занятия: 10 час. |  |  |
|  | лабораторные занятия: 0 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Самостоятельная работа: 30 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Подготовка к экзамену: 30 час. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Всего часов: 90, всего зач. ед.: 2 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Программу составил:** | И. В. Харук |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Программа обсуждена на заседании кафедры** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 марта 2017 г. |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| СОГЛАСОВАНО: |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Заведующий кафедрой | М.В. Либанов |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Начальник учебного управления | И.Р. Гарайшина |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Декан факультета | А.Г. Леонов |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1. Цели и задачи** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Цель дисциплины** |  |  |  |  |  |  |
| - изучение методов теории групп и их представлений, играющих важную роль в современной физике, в том чилсе в Стандартной модели физике частиц.  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Задачи дисциплины** |  |  |
| - овладение терминологией и методологией теории групп; |
| - приобретение навыков построения лагранжианов с заданными симметриями; |
| - освоение классификации частиц в рамках Стандартной модели физики частиц; |
| - формирование понимания роли симметрий в физике частиц. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Курс «Теория групп в физике» относится к вариативной части образовательной программы |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Теория групп в физике» базируется на дисциплинах: |
| Квантовая механика; |
| Теория поля. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дисциплина «Теория групп в физике» предшествует изучению дисциплин: |
| Физика элементарных частиц; |
| Квантовая теория поля; |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2); |
| способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3); |
| способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4); |
| способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **В результате освоения дисциплины обучающиеся должны** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **знать:** |  |  |  |  |  |  |
| - основы теоретико-группового подхода построения физических теорий; |
| **уметь:** |  |  |
| - строить конечномерные представления компактных групп; |
| **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 | Понятие симметрии, роль симметрий при построении физических теорий. | 2 |  |  |  | 4 |
| 2 | Конечные группы, основные понятия. Неприводимые представления, лемма Шура. | 2 | 2 |  |  | 3 |
| 3 | Теория групп и классификация состояний в квантовой механике. | 2 |  |  |  | 3 |
| 4 | Группы и алгебры Ли, основные понятия и представления. Компактные группы Ли. | 2 | 2 |  |  | 4 |
| 5 | Конечномерные представления группы SU(2), понятие спина. | 2 |  |  |  | 4 |
| 6 | Построения представлений группы SU(3) и других компактных групп. Понятие корней и весов. | 4 | 2 |  |  | 4 |
| 7 | Кварковая структура адронов. | 4 | 2 |  |  | 4 |
| 8 | Представления группы Лоренца. | 2 | 2 |  |  | 4 |
| Итого часов | 20 | 10 |  |  | 30 |
| Подготовка к экзамену | 30 час. |
| Общая трудоёмкость | 90 час., 2 зач.ед. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4.2. | Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестр: 5 (Осенний) |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1. Понятие симметрии, роль симметрий при построении физических теорий. |
|  |  |  |
|  | Понятие симметрий физической системы, его связь с понятием групп и их представлений. Поля как элементы пространства представления группы.  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2. Конечные группы, основные понятия. Неприводимые представления, лемма Шура. |
|  |  |  |
|  | Таблица Кэли. Понятие подгруппы, смежного класса и фактор-пространства. Группа перестановок и группа сложения чисел по модулю n. Неприводимые представления. Лемма Шура.  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 3. Теория групп и классификация состояний в квантовой механике. |
|  |  |  |
|  | Понятие гильбертово пространства, унитарные операторы. Алгебра Картана и классификация состояний в квантовой механике. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 4. Группы и алгебры Ли, основные понятия и представления. Компактные группы Ли. |
|  |  |  |
|  | Группа Ли как многообразия. Алгебра Ли как касательное пространство. Базис генераторов и коммутационные соотношения алгебры. Фундаментальное, сопряженное фундаментальному и присоединённое представления групп. Критерий компактности группы Ли. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 5. Конечномерные представления группы SU(2), понятие спина. |
|  |  |  |
|  | Конечномерные представления группы SU(2). Процедура построения конечномерных представлений, понятие спина. Стандартные обозначения. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 6. Построения представлений группы SU(3) и других компактных групп. Понятие корней и весов. |
|  |  |
|  | Структура группы и алгебры SU(3). Корни и веса. Выделение подалгебр SU(2) в произвольной компактной группе. Фундаментальные корни и веса. Коэффициенты Дынкина, построение произвольного представления компактной группы. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 7. Кварковая структура адронов. |
|  |  |  |
|  | Понятие изоспина. Классификация адронных резонансов, кварковая структура адронов. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 8. Представления группы Лоренца. |
|  |  |  |
|  | Структура группы и алгебры Лоренца. Построение произвольного представления группы Лоренца. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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. H. Georgi. Lie algebras in particle physics – Westview Press, 2 edition, 1999.2. В.А. Рубаков. Классические калибровочные поля. Бозонные теории. — М.: КомКнига, 2005.3. А.П. Исаев, В.А. Рубаков. Теория групп и симметрий. — М.: URSS, 2018. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Дополнительная литература |  |
|  | 1. Ю.Б. Румер, А.И. Фет. Теория групп и квантовые поля — М. Наука, 1977.2. А. Барут, Р. Ронечка. Теория представлений групп и её приложения. Т.1. — М.: Мир, 1980.3. А. Барут, Р. Ронечка. Теория представлений групп и её приложения. Т.2. — М.: Мир, 1980.4. Дж. Эллиот, П. Доббер. Симметрия в физике. Т.1. — М.: Мир, 1983.5. А.А. Кириллов. Элементы теории представлений. — М.: Наука, 1978.6. R. Hermann. Lie groups for physicists — W.A. Benjamin, 1966.7. W. Fulton, J. Harris. Representation theory: a first course — Springer, 1999.8. Л.К. Аминов, А.С. Кутузов, Ю.Н. Прошин. Теория групп и её приложения. Конспект лекций и задачи — Казань: Казан. Ун-т., 2015.  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 1. В.А. Рубаков. Классические калибровочные поля. Бозонные теории. — М.: КомКнига, 2005. |
|  | 2. А.П. Исаев, В.А. Рубаков. Теория групп и симметрий. — М.: URSS, 2018. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | http://inspirehep.net/ |
|  | http://xxx.lanl.gov/ |
|  | http://mathnet.ru – общероссийский математический портал. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 возможно использование различных научно-информационных порталов. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Студент, изучающий курс «Теория групп в физике», 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 основных понятиях теории групп и их представлений, знать основные неприводимые представления компактных групп, а также понимать связь между теорией представлений и полями в физике частиц. 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 лекциях и практических занятиях, |
| – подготовку к практическим занятиям, коллоквиумам, экзамену. |
| Руководство и контроль за самостоятельной работой студента осуществляется в форме индивидуальных консультаций. |
| Показателем владения материалом служит умение решать задачи и способность объяснять существующие модели в физике частиц. 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 устной форме. Для успешной сдачи экзамена студент должен ответить на устный вопрос, а также решить задачу. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 (бакалавриат) |
| **профиль подготовки:** |  | Физика атомного ядра, элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий |
|  |  | Факультет проблем физики и энергетики |
|  | Кафедра фундаментальных взаимодействий и космологии |
| **курс:** | 3 |  |  |
| **квалификация:** | бакалавр |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Семестры, формы промежуточной аттестации: |  |  |
|  |  | 5 (Осенний) - Экзамен |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Разработчик:** | И.В. Харук |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **1. Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины** |
| Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных (ПК) компетенций: |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности (ОПК-2); |
| способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации (ОПК-3); |
| способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов (ОПК-4); |
| способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу (ОК-1) |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **2. Показатели оценивания компетенций** |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| В результате изучения дисциплины «Квантовая теория поля» обучающийся должен: |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **знать:** |  |  |  |  |  |  |
| - основы теоретико-группового подхода построения физических теорий; |
| **уметь:** |  |  |  |  |  |  |
| - строить представления компактных групп; |
| **владеть:** |  |  |  |  |  |  |
| - навыками освоения большого объема информации, навыками самостоятельной работы. |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **3. Перечень типовых контрольных заданий, используемых для оценки знаний, умений, навыков** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Сдача экзаменов осуществляется в устной форме. Для успешной сдачи экзамена студент должен ответить на экзаменационный билет, состоящий из одного вопроса и одной задачи. |
| Перечень контрольных вопросов: |
| 1. Группы и их представления, понятие неприводимых представлений. Таблица Кэли.  |
| 2. Фактор-пространство, умножение на фактор-пространстве. Однородные пространства.  |
| 3. Лемма Шура. |
| 4. Соотношения ортогональности. Связь между порядком группы и размерностью неприводимых представлений. |
| 5. Характер представления. Алгоритм поиска всех неприводимых представлений конечной группы. |
| 6. Группы и алгебры Ли. Фундаментальное представление и представление, сопряженное фундаментальному. |
| 7. Группы и алгебры Ли. Присоединённое представление. |
| 8. Компактные группы Ли. Критерий компактности группы Ли. |
| 9. Конечномерные представления группы SU(2). |
| 10. Алгебра Картана. Классификация состояний в квантовой механике. |
| 11. Группа SU(3) и её алгебра, основные свойства. Изоспин. |
| 12. Понятие корней и весов. Выделение подалгебр SU(2) в произвольной компактной группе. |
| 13. Фундаментальные корни и веса. Коэффициенты Дынкина. |
| 14. Корни и веса группы SU(3). |
| 15. Адронные резонансы, их классификация. |
| 16. Кварковая структура адронов. |
| 17. Описание алгебр групп SU(n) и SO(n), их размерности. |
| 18. Дискретные симметрии в физике. |
| 19. Группа Лоренца, её структура и алгебра. |
| 20. Построение произвольных представлений группы Лоренца. |
|  |
| Перечень типовых контрольных задач: |
| 1. Описать фактор пространство SO(n)/SO(n-1). |
| 2. Доказать изоморфность алгебр SU(2) и SO(3). |
| 3. Доказать, что присоединённое представление эквивалентно спин-1 представлению. |
| 4. Описать центр группы SU(n). |
| 5. Показать, что фундаментальное представление SU(2) эквивалентно представлению, сопряженному фундаментальному.  |
| 6. Пусть под действием группы SU(2) поля H и X являются дублетами, а W – синглетом. Пусть также H, X и W имеют заряды qh, qx и qw соответственно под действием группы U(1). При каких соотношениях между qh, qx и qw существуют SU(2) x U(1)-инвариантный член взаимодействия данных полей?  |
| 7. Показать, что любое представление группы индуцирует некоторое представление алгебры соответствующей группы.  |
| 8. Пусть Т — фундаментальное представление алгебры SU(2). Поскольку алгебры SU(2) и SO(3) изоморфны, ему соответствует некоторое представление алгебры SO(3). Показать, что не существует представления группы SO(3), которое генерировало бы данное представление.  |
| 9. Доказать, что если группа G является прямым произведением двух групп, G=G1xG2, то алгебра G изоморфна прямой суммой алгебр G1 G2.  |
| 10. Показать, что двухмерная сфера является однородным пространством группы SO(3). |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| **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 материла, 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. |