**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

Кафедра: Фундаментальных взаимодействий и космологии

Дисциплина: Симметрия в физике частиц

Подготовка к экзаменам:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Семестр** | **Форма контроля** | **Часы** |
| *1* | осенний | Дифференцированный зачет | 30 |

**1. Аннотация**

Формализм теории групп и их представлений занимает одно из ключевых мест в современной физике. Так, применение симметрийных соображений позволило систематически подойти к классификации всевозможных частиц и открыло новые возможности для построения расширений существующих теоретических моделей. Можно сказать, что теория групп является общепринятым «языком» обсуждения физики частиц.

Целью курса является знакомство студентов с основополагающими понятиями и техниками теории групп и их ролью в физике. Изучение начинается с дискретных групп и затем переходит к группам и алгебрам Ли. На примере квантовой механики обсуждается связь между неприводимыми представлениями групп и классификацией частиц/состояний. Вводится лагранжев формализм описания физических моделей с заданными симметриями.

По окончанию курса слушатель будет готов к знакомству со Стандартной Моделью физики частиц (на классическом уровне) и связными областями.

**2.Цели и задачи, компетенции**

Цель дисциплины:

Изучение методов теории групп и их представлений, играющих важную роль в современной физике, в том числе в Стандартной Модели физики частиц.

Задачи дисциплины:

1) формирование понимания роли симметрий в физике

2) знакомство с симметриями, встречающимися в физике частиц

3) обучение терминологии и методологии применения теории групп в физике

4) приобретения навыков построения теорий с заданными симметриями

**Компетенции, формируемые в процессе изучения дисциплины**

Освоение дисциплины направлено на формирование у обучающегося следующих компетенций:

**Таблица компетенций 1 (образовательный стандарт поколения 3+).**

|  |  |
| --- | --- |
| Код | Наименование компетенции |
| ОПК-1 | Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности |
| ОПК-2 | Способность применять теорию и методы математики для построения качественных и количественных моделей объектов и процессов в естественнонаучной сфере деятельности |
| ОПК-3 | Способность понимать ключевые аспекты и концепции в области их специализации |
| ОПК-4 | Способность применять полученные знания для анализа систем, процессов и методов |
| ОПК-5 | Способность логически точно, аргументированно и ясно строить устную и письменную речь, формулировать свою точку зрения, владением навыками ведения научной и общекультурной дискуссий |
| ОПК-6 | Способность представлять результаты собственной деятельности с использованием современных средств, ориентируясь на потребности аудитории, в том числе в форме отчетов, презентаций, докладов |
| ПК-1 | Способность планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования |
| ПК-2 | Способность анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) |
| ПК-3 | Способность выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области |
| ПК-4 | Способность критически оценивать применимость применяемых методик и методов |
| ПК-5 | Способность понимать принципы составления проектов работ в избранной области и экономические аспекты проектной деятельности |
| ПК-6 | Способность понимать и применять методологии проектирования |
| ПК-7 | Способность демонстрировать осведомленность в сфере проектного менеджмента и бизнеса, знание и понимание влияния рисков и изменяющихся условий |
| ОК-1 | Способность использовать основы философских знаний для формирования мировозренческой позиции |
| ОК-2 | Способность анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции |
| ОК-3 | Способность использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности |
| ОК-4 | Способность использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности |
| ОК-5 | Способность к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия |
| ОК-6 | Способность работать в коллективе, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| ОК-7 | Способность к самоорганизации и самообразованию |
| ОК-8 | Способность использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности |
| ОК-9 | Способность использовать приемы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций |

**Таблица компетенций 2 (образовательный стандарт поколения 3++).**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Код | Наименование компетенции | Код | Наименование индикатора |
| ОПК-1 | Способен применять фундаментальные знания, полученные в области физико-математических и (или) естественных наук, и использовать их в профессиональной деятельности | ОПК-1.1 | Способен анализировать поставленную задачу, намечать пути ее решения |
| ОПК-1.2 | Способен строить математические модели, производить количественные расчеты и оценки |
| ОПК-1.3 | Способен определять границы применимости полученных результатов |
| ОПК-2 | Способен использовать современные информационные технологии и программные средства при решении задач профессиональной деятельности, соблюдая требования информационной безопасности | ОПК-2.1 | Способен применять современные вычислительную технику и сервисы сети Интернет в области (сфере) профессиональной деятельности |
| ОПК-2.2 | Знает и умеет применять численные математические методы и прикладное программное обеспечение для решения научных задач в профессиональной области |
| ОПК-2.3 | Знает основные требования информационной безопасности |
| ОПК-3 | Способен составлять и оформлять научные и (или) технические (технологические, инновационные) отчеты (публикации, проекты) | ОПК-3.1 | Знает основные правила оформления научных публикаций и научно-технической документации, в том числе с использованием прикладного программного обеспечения |
| ОПК-3.2 | Владеет на практике методологией составления научно-технических отчетов (проектов) |
| ОПК-3.3 | Владеет методами визуального и графического представления результатов научной (научно-технической, инновационной технологической) деятельности в виде отчетов, научных публикаций |
| ОПК-4 | Способен осуществлять сбор и обработку научно-технической и (или) технологической информации для решения фундаментальных и прикладных задач | ОПК-4.1 | Владеет методами научного поиска и интеллектуального анализа информации при решении задач профессиональной деятельности |
| ОПК-4.2 | Знает основные источники научно-технической и (или) технологической информации в области профессиональной деятельности |
| ОПК-4.3 | Умеет составлять аннотации, рефераты, библиографические перечни и обзоры информации в области своей профессиональной деятельности |
| ОПК-4.4 | Владеет навыками работы с компьютером и компьютерными сетями с целью получения, хранения и обработки научной (технической, технологической) информации |
| ОПК-5 | Способен участвовать в проведении фундаментальных и прикладных исследований и разработок, самостоятельно осваивать новые теоретические, в том числе, математические методы исследований, и работать на современной экспериментальной научно-исследовательской, измерительно-аналитической и технологической аппаратуре | ОПК-5.1 | Способен решать поставленные задачи в области теоретических и экспериментальных исследований и разработок |
| ОПК-5.2 | Обладает способностью к освоению новых знаний на основе изучения литературы, научных статей и других источников |
| ОПК-5.3 | Способен к профессиональной эксплуатации современной экспериментальной научно-исследовательской (измерительно-аналитической и технологической) аппаратуры |
| ПК-1 | Способен планировать и проводить научные эксперименты (в избранной предметной области) и (или) теоретические (аналитические и имитационные) исследования | ПК-1.1 | Владеет фундаментальными понятиями, законами и теориями современной физики |
| ПК-1.2 | Имеет глубокое знание и понимание базовых математических дисциплин |
| ПК-1.3 | Владеет культурой постановки научной задачи и моделирования естественнонаучных объектов и систем |
| ПК-1.4 | Умеет строить математические модели для описания и исследования процессов и явлений в соответствующих научных областях |
| ПК-1.5 | Владеет навыками безопасной работы с современными научными приборами и другим экспериментальным оборудованием |
| ПК-1.6 | Знает основные правила поведения и работы в современной научной лаборатории |
| ПК-1.7 | Способен оценивать требуемые ресурсы (материальные и временные) для планирования и проведения научного эксперимента |
| ПК-1.8 | Владеет навыками работы с современными языками программирования и программными пакетами для научных расчетов |
| ПК-1.9 | Знает перечень ведущих периодических научных изданий и способен выделять актуальные научные публикации в профессиональной области |
| ПК-2 | Способен анализировать полученные в ходе научно-исследовательской работы данные и делать научные выводы (заключения) | ПК-2.1 | Владеет методами статистической обработки и анализа научных данных |
| ПК-2.2 | Умеет находить ключевые параметры, определяющие изучаемое явление, и производить численные оценки по порядку величины |
| ПК-2.3 | Способен представлять научные утверждения, их обоснования и доказательства, научные проблемы и их решения ясно и точно в терминах, понятных для профессиональной аудитории в письменной и устной форме |
| ПК-3 | Способен выбирать и применять подходящее оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области | ПК-3.1 | Знает принципы работы и диапазоны рабочих параметров используемого научного оборудования |
| ПК-3.2 | Знает области и критерии применимости используемых теоретических подходов и умение оценивать точность приближенных аналитических методов вычислений |
| ПК-3.3 | Умеет производить оценку точности численных методов, используемых на ЭВМ, вычислительной сложности используемых алгоритмов и объема требуемых вычислительных ресурсов |
| ПК-4 | Способен критически оценивать применимость используемых методик и методов | ПК-4.1 | Знает численные порядки величин, характерных для соответствующей профессиональной области |
| ПК-4.2 | Знает источники происхождения и умеет производить оценку погрешности измерений и достоверности экспериментальных результатов |
| ПК-4.3 | Способен обосновать причинно-следственные отношения используемых понятий и моделей |
| ПК-5 | Способен понимать принципы составления технических проектов работ в избранной области и экономические аспекты проектной деятельности | ПК-5.1 | Имеет представление о методиках и основных этапах проектирования разрабатываемого изделия |
| ПК-5.2 | Способен производить анализ аналогичных проектов, определяя их положительные и отрицательные качества |
| ПК-5.3 | Использует нормативную документацию для стандартизации принятых решений и унификации разработанных изделий |
| ПК-5.4 | Проводит ориентировочный расчет экономической целесообразности принятых решений |
| ПК-6 | Способен понимать и применять методологии проектирования | ПК-6.1 | Владеет современными технологиями разработки проектной и конструкторской документации |
| ПК-6.2 | Применяет необходимые компьютерные пакеты для выполнения проектной работы |
| ПК-6.3 | Проводит необходимые предварительные расчеты работоспособности и надежности разрабатываемой конструкции |
| ПК-6.4 | Подготавливает необходимые условия для проведения макетирования разрабатываемого изделия с оценкой полученных результатов |
| ПК-6.5 | Предусматривает возможность усовершенствования разрабатываемого изделия и проводит улучшения по результатам опытных испытаний |
| ПК-7 | Способен применять современные информационные технологии, пакеты прикладных программ, сетевые компьютерные технологии и базы данных в предметной области для проектных и конструкторских работ | ПК-7.1 | Имеет представление об основных типах программных пакетов для проведения проектных и конструкторско-технологических работ |
| ПК-7.2 | Умеет определять набор необходимых программных продуктов (прикладных пользовательских приложений и серверных решений) для реализации конкретной проектной задачи с целью минимизации трудоёмкости и повышения экономической эффективности |
| ПК-7.3 | Способен использовать сообразные проектной задаче программные продукты, умеет проводить базовую настройку данных продуктов под требования конкретного проекта |
| ПК-7.4 | Владеет навыками эффективной и безопасной работы в сетевой архитектуре уровня предприятия, умеет эффективно использовать системы распределённых вычислений для распараллеливания вычислительных операций |
| ПК-7.5 | Умеет использовать современные системы хранения данных и контроля версий, в том числе используемые прикладными пакетами облачные технологии хранения данных в рамках сети предприятия |
| ПК-8 | Способен к преподаванию физико-математических дисциплин в образовательном учреждении общего образования, дополнительного образования | ПК-8.1 | Знает современные методики и технологии организации образовательной (учебной и воспитательной) деятельности, имеет представление о современном законодательстве в области образования, требованиях образовательных стандартов общего образования |
| ПК-8.2 | Умеет проектировать элементы образовательной программы; планировать, моделировать и реализовывать различные организационные формы в процессе обучения физико-математическим дисциплинам |
| ПК-8.3 | Способен применять различные методы обучения и образовательные технологии, исходя из особенностей содержания учебного материала, возраста и образовательных потребностей обучаемых; планировать и комплексно применять различные средства обучения |
| ПК-9 | Способен организовывать совместную и индивидуальную учебную деятельность обучающихся, осуществлять педагогическую поддержку обучающихся с выдающимися способностями | ПК-9.1 | Знает и умеет применять формы и методы контроля, оценивания результатов обучения физико-математическим дисциплинам |
| ПК-9.2 | Способен осуществлять индивидуальную работу с обучающимся в зависимости от их способностей, образовательных возможностей и потребностей; разрабатывать индивидуально ориентированные программы, методические разработки с учетом индивидуальных особенностей обучающихся |
| ПК-9.3 | Умеет организовывать различные виды деятельности обучающихся в образовательном процессе; применять методы мотивации обучающихся к учебной и учебно-исследовательской работе |
| ПК-9.4 | Умеет осуществлять отбор учебного и методического материала для реализации в различных формах обучения физико-математическим дисциплинам в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями обучающихся |

**3. Место дисциплины**

3.1. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы бакалавриата (магистратуры):

Курс «Симметрия в физике частиц» относится к вариативной части образовательной программы

3.2. Дисциплина базируется на (*перечислить дисциплины*):

1. Квантовая механика
2. Теория поля
3. Линейная алгебра

3.3. Дисциплина предшествует изучению дисциплин (*перечислить дисциплины*):

1. Введение в физику элементарных частиц
2. Калибровочные теории в физике элементарных частиц
3. Квантовая теория поля

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны

Знать: основы теоретико-группового подхода построения физических теорий

Уметь: строить лагранжианы теорий с заданными симметриями

Владеть: навыками освоения большого объема информации, навыками самостоятельной работы.

**5. Темы и Разделы**

Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Тема занятия | Семестр | Лекции | Семинары | Лаборат. работы |
|
| 1 | Роль симметрий в физике. | 5 | 2 |  |  |
| 2 | Конечные группы и их представления. | 5 | 2 | 2 |  |
| 3 | Группы и алгебры Ли. | 5 | 4 | 2 |  |
| 4 | Конечномерные представления группы SU(2). | 5 | 2 | 2 |  |
| 5 | Теория групп и классификация состояний в квантовой механике. | 5 | 2 | 2 |  |
| 6 | Построение теорий с заданными симметриями. | 5 | 2 | 2 |  |
| 7 | Представления группы Лоренца. | 5 | 2 |  |  |
| 8 | Конечномерные представления группы SU(3). | 5 | 2 | 2 |  |
| 9 |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |
| Итого часов | |  | 18 | 12 |  |

Содержание темы**:**

1.Роль симметрий в физике.

Понятие симметрии, связь с теорий групп. Различные примеры: P, T симметрии, группы Галилея и Лоренца. Симметрия как ведущий принцип при построении теорий.

2. Конечные группы и их представления.

Понятие конечных групп и их представлений. Неприводимые представления, пример P симметрии. Группа перестановок. Нахождение собственных мод колебаний с помощью теории групп.

3. Группы и алгебры Ли.

Понятие групп и алгебр Ли и их представлений. Компактные группы Ли. Матричные группы SO(n), SU(n). Группа как симметрия билинейной формы.

4. Конечномерные представления группы SU(2).

Группы SU(2) и SO(3), их связь. Конечномерные представления группы SU(2), понятие спина. Разбиение тензорного произведения представлений на неприводимые представления.

5. Теория групп и классификация состояний в квантовой механике.

Классификация состояний в квантовой механики с точки зрения теории групп. Собственные состояния как элементы неприводимого представления. Алгебра Картана.

6. Построение теорий с заданными симметриями.

Поля как неприводимые представления групп симметрий. Примеры SU(2)- и SU(3)-лагранжианов с различными представлениями полей. Понятие самодействия и взаимодействия полей.

7. Представления группы Лоренца.

Группа Лоренца и её подгруппы. Неприводимые представления группы Лоренца. Понятие бозонов и фермионов.

8. Конечномерные представления группы SU(3).

Группа SU(3) и её алгебра. Понятие корней и весов. Построение произвольных представлений группы SU(3).

**6. Материально-техническая база**

*Указывается необходимое для обучения оборудование, демонстрационные приборы, мультимедийные средства и т.д.; требования к аудиториям – компьютерные классы, лаборатории, учебные аудитории и пр.*

Класс с доской и мелом/маркером. В случае проведения дистанционных занятий — планшет с возможностью рукописного ввода.

**7.Учебно-методическое и информационное обеспечение**

7.1. 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.

7.2. 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. Дж. Эллиот, П. Доббер. Симметрия в физике. Т.1. — М.: Мир, 1983.
4. А.А. Кириллов. Элементы теории представлений. — М.: Наука, 1978.
5. Л.К. Аминов, А.С. Кутузов, Ю.Н. Прошин. Теория групп и её приложения. Конспект лекций и задачи — Казань: Казан. Ун-т., 2015.

7.3. Учебно-методическая литература:

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

7.4. Перечень ресурсов сети Интернет *(указывается сайт и расположенный на нём ресурс)*:

<http://inspirehep.net/> - сайт с научными и обзорными статьями по тематике курса

**8. Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

*Перечень используемого в образовательном процессе программного обеспечения, информационных систем и мультимедийных технологий (демонстрация презентаций), систем дистанционного обучения, взаимодействия с обучающимися посредством видеоконференций и вебинаров*

При необходимости ведения обучения в дистанционной форме используется LaTeX для подготовки презентаций и Zoom/Google Meet для проведения занятия.

**9. Методические указания**

Студент, изучающий дисциплину, 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 и понятия, уметь применять полученные знания для решения различных задач.

Успешное освоение курса требует:

– посещения всех занятий, предусмотренных учебным планом по дисциплине;

– ведения конспекта занятий;

– напряжённой самостоятельной работы студента.

Самостоятельная работа включает в себя:

– чтение рекомендованной литературы;

– проработку учебного материала, подготовку ответов на вопросы, предназначенных для самостоятельного изучения;

– решение задач, предлагаемых студентам на занятиях;

– подготовку к выполнению заданий текущей и промежуточной аттестации.

Показателем владения материалом служит умение без конспекта отвечать на вопросы по темам дисциплины.

Важно добиться понимания изучаемого материала, а не механического его запоминания. При затруднении изучения отдельных тем, вопросов, следует обращаться за консультациями преподавателю.

Возможен промежуточный контроль знаний студентов в виде решения задач в соответствии с тематикой занятий.

**10.Фонд оценочных средств**

**Текущий контроль:**

**10.1. Перечень типовых (примерных) вопросов, заданий, тем для подготовки к текущему контролю**

*Приводится описание типовых вопросов и (или) заданий, шкала и критерии оценивания, методические рекомендации:*

*- примеры заданий контрольной работы;*

*- примеры задач из домашнего задания;*

*- темы рефератов, курсовых, докладов на семинаре.*

1) Построить таблицу Кэли для Z4.  
2) Описать алгебру SU(n).  
3) Какова размерность алгебры SO(n)?  
4) Описать все конечномерные неприводимые представления SU(2).  
5) Что такое алгебра Картана?

Опросы проводятся с целью проверки усвоения материала, оценки не ставятся.

**Промежуточная аттестация:**

**10.2. Перечень типовых (примерных) вопросов и тем для проведения промежуточной аттестации обучающихся**

*(по семестрам, в соответствии с видом отчетности: зачет, дифф. зачет, экзамен)*

Перечень контрольных вопросов:

1. Конечномерные группы, таблица Кэли.

2. Группы и алгебры Ли. Фундаментальное представление и представление, сопряженное фундаментальному.

3. Группы и алгебры Ли. Присоединённое представление.

4. Конечномерные представления группы SU(2).

5. Алгебра Картана. Классификация состояний в квантовой механике.

6. Алгебры групп SU(n) и SO(n), их размерности.

7. Дискретные симметрии в физике.

Примеры контрольных заданий:

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. 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?

5. Показать, что любое представление группы индуцирует некоторое представление алгебры соответствующей группы.

6. 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.

7. Показать, что двухмерная сфера является однородным пространством группы SO(3).

**10.3. Критерии оценивания**

Оценка отлично 10 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины, проявляющему интерес к данной предметной области, продемонстрировавшему умение уверенно и творчески применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 9 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка отлично 8 баллов - выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания учебной программы дисциплины и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, правильное обоснование принятых решений, с некоторыми недочетами.

Оценка хорошо 7 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но недостаточно грамотно обосновывает полученные результаты.

Оценка хорошо 6 баллов - выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности.

Оценка хорошо 5 баллов - выставляется студенту, если он в основном знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач достаточно большое количество неточностей.

Оценка удовлетворительно 4 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он освоил основные разделы учебной программы, необходимые для дальнейшего обучения, и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка удовлетворительно 3 балла - выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, допускающему ошибки в формулировках базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, слабо владеет основными разделами учебной программы, необходимыми для дальнейшего обучения и с трудом применяет полученные знания даже в стандартной ситуации.

Оценка неудовлетворительно 2 балла - выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных принципов и не умеет использовать полученные знания при решении типовых задач.

Оценка неудовлетворительно 1 балл - выставляется студенту, который не знает основного содержания учебной программы дисциплины, допускает грубейшие ошибки в формулировках базовых понятий дисциплины и вообще не имеет навыков решения типовых практических задач.

**10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков**

Дифференцированный зачёт проводятся в устной форме по билетам. В каждом билете представлено один теоретический вопрос и одна задача. При проведении зачёта обучающемуся предоставляется 30 минут на подготовку. Опрос обучающегося не должен превышать одного астрономического часа.

**11.Составители**

Зав. Кафедрой: *Либанов М.В.*

Дата обсуждения на заседании кафедры: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2020 года

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№** | **ФИО составителя программы** | **Ученая степень** | **Ученое звание** |
| 1. | *Харук Иван Вячеславович* | *к.ф.-м.н.* | *нет* |
|  |  |  |  |