|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **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:** | | Калибровочные теории в физике элементарных частиц | | | | | | | |
| **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: 15 час. | | | | |  | | |  |
|  | практические и семинарские занятия: 15 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:** | | А.Г. Панин, канд. 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 калибровочных теорий поля, которые являются основой Стандартной Модели физики элементарных частиц. | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **Задачи дисциплины** | | | | | |  | | |  |
|  освоение теоретико-групповых методов; | | | | | | | | | |
|  освоение техники построения калибровочно-инвариантных теорий поля; | | | | | | | | | |
|  изучение структуры Стандартной Модели физики элементарных частиц; | | | | | | | | | |
|  изучение методов описания процессов с участием адронов. | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| Курс «Калибровочные теории в физике элементарных частиц» относится к вариативной части образовательной программы | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| Дисциплина «Калибровочные теории в физике элементарных частиц» базируется на дисциплинах: | | | | | | | | | |
| Введение в физику элементарных частиц; | | | | | | | | | |
| Квантовая теория поля. | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| Дисциплина «Калибровочные теории в физике элементарных частиц» предшествует изучению дисциплин: | | | | | | | | | |
| Физика нейтрино; | | | | | | | | | |
| Дополнительные разделы квантовой теории поля; | | | | | | | | | |
| 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: | | | | | | | | | |
| готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2); | | | | | | | | | |
| способность выбирать цели своей деятельности и пути их достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности (ОПК-4); | | | | | | | | | |
| способность профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра (ПК-4). | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **В результате освоения дисциплины обучающиеся должны** | | | | | |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **знать:** | |  |  |  |  |  | | |  |
| – структуру и симметрии Стандартной Модели физики элементарных частиц. | | | | | | | | | |
| **уметь:** | | | | | |  | | |  |
| – строить калибровочно-инвариантые теории поля, вычислять вероятности процессов с участием калибровоных бозонов, а также квази-упругого и глубоко-неупругого рассеяния адронов. | | | | | | | | | |
| **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 | Бозонный сектор Стандартной Модели. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 2 | Глобальные симметрии кварков и лептонов. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 3 | Калибровочный принцип в электродинамике. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 4 | Механизм Хиггса. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 5 | Неабелевы калибровочные поля. | | 2 | 2 |  |  | | | 2 |
| 6 | От кварков к квантовой хромодинамике. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 7 | Процессы с участием адронов. | | 2 | 2 |  |  | | | 2 |
| 8 | Спонтанное нарушение глобальной симметрии. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 9 | Фермионный сектор Стандартной Модели. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 10 | Фермионы во внешних полях. | | 1 | 1 |  |  | | | 2 |
| 11 | Экспериментальные следствия электрослабого сектора Стандартной Модели. | | 2 | 2 |  |  | | | 2 |
| 12 | Элементы теории групп и алгебр Ли. | | 1 | 1 |  |  | | | 8 |
| Итого часов | | | 15 | 15 |  |  | | | 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. Бозонный сектор Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Частичное нарушение калибровочной симметрии: бозонный сектор Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 2. Глобальные симметрии кварков и лептонов. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Глобальные симметрии Стандартной Модели. C-, P- и T- преобразования. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 3. Калибровочный принцип в электродинамике. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Действие электромагнитного поля. Калибровочная инвариантность. Выбор калибровки. Клабровончно-инвариантное взаимодействие. Теорема Нетер. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 4. Механизм Хиггса. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Пример абелевой модели. Неабелев случай: модель с полностью нарушенной SU(2)-симметрией. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 5. Неабелевы калибровочные поля. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Неабелевы глобальные симметрии. Неабелева калибровочная инвариантность и калибровочные поля на примере группы SU(2). Обобщение на другие группы. Уравнения поля. Задача Коши и условия калибровки. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 6. От кварков к квантовой хромодинамике. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Свойства сильных взаимодействий. Асимптотическая свобода и режим сильной связи. Связанные состояния. Конфайнмент. Легкие кварки. Тяжелые кварки. Киральная симметрия. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 7. Процессы с участием адронов. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Квази-упругое рассеяние. Глубого-неупругое рассеяние: партоны. Мягкое неупругое рассеяние: мезоны малой энергии. Смешивание нейтральных мезонов. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 8. Спонтанное нарушение глобальной симметрии. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Спонтанное нарушение дискретной симметрии. Спонтанное нарушение глобальной U(1) симметрии: намбу-голдстоуновский бозон. Частичное нарушение симметрии: модель SO(3). Общий случай. Теорема Голдстоуна. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 9. Фермионный сектор Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Фермионный сектор Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 10. Фермионы во внешних полях. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Фермионный сектор Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 11. Экспериментальные следствия электрослабого сектора Стандартной Модели. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Электрон-позитронная аннигиляция в адроны. Процессы в t-канале: кроссинг-симметрия. Интерференция: рассеяние Мёллера. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 12. Элементы теории групп и алгебр Ли. | | | | | | | | |
|  | | | | | |  | | |  |
|  | Группы и алгебры Ли. Представления групп и алгебр Ли. Компактные группы и алгебры Ли. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **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. В.А. Рубаков. Классические калибровочные поля. Бозонные теории. - М.: КомКнига, 2005.  2. В.А. Рубаков. Классические калибровочные поля. Теории с фермионами. Некоммутативные теории. - М.: КомКнига, 2005.  3. C.Burgess, G. Moor. The Standard Model: A Primer. Cambridge University Press, 2007.  4. М.Пескин, Д.Шрёдер. Введение в квантовую теорию поля. Ижевск, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| Дополнительная литература | | | | | | | | |  |
|  | 1. Т.-П. Ченг, Л.-Ф. Ли. Калибровочные теории в физике элементарных частиц. - М.: Мир, 1987.  2. W.N. Cottingham, D.A. Greenwod. An Intoduction to the Standard Model of Particle Physics. Cambridge University Press, 2007.  3. Н.Н.Боголюбов, Д.В.Ширков. Введение в теорию квантованных полей. - М.: Наука, 1984.   4. 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.   5. 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)** | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  | 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 «Калибровочные теории в физике элементарных частиц», 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 разделах теории калибровочных полей, уметь строить калибровочно-инвариантные взаимодействия полей, а также уметь вычислять вероятности процессов в этих теориях. 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. | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **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:** | | А.Г. Панин, канд. 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: | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия (ОПК-2); | | | | | | | | | |
| способность выбирать цели своей деятельности и пути их достижения, прогнозировать последствия научной, производственной и социальной деятельности (ОПК-4); | | | | | | | | | |
| способность профессионально работать с исследовательским и испытательным оборудованием, приборами и установками в избранной предметной области в соответствии с целями программы специализированной подготовки магистра (ПК-4). | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **2. Показатели оценивания компетенций** | | | | | |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| В результате изучения дисциплины «Калибровочные теории в физике элементарных частиц» обучающийся должен: | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **знать:** | |  |  |  |  |  | | |  |
| – структуру и симметрии Стандартной Модели физики элементарных частиц. | | | | | | | | | |
| **уметь:** | |  |  |  |  |  | | |  |
| – строить калибровочно-инвариантые теории поля, вычислять вероятности процессов с участием калибровоных бозонов, а также квази-упругого и глубоко-неупругого рассеяния адронов. | | | | | | | | | |
| **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 зада, входящих в экзаменационные билеты: | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| 1. Рассмотрим теорию двух действительных скалярных полей с лагранжианом | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| где | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| и | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| причем | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| малый параметр, U нетривиально зависит только от компоненты | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| Часть | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| полного лагранжиана инвариантна относительно глобальной | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| симметрии. | | | | | | | | | |
|  | | | | | | | | | |
| 1. Найти основное состояние, сохраняющийся ток и намбу-голдстоуновскую моду при | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| 2. Найти легчайшую моду и ее массу при | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| в главном порядке по | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| (такую моду называют псевдоголдстоуновской). | | | | | | | | | |
| 3. Найти связь между четырехдивергенцией тока, построенного в п. 1), с псевдогольдстоуновской модой в низшем порядке по полям отклонений от основного состояния и в низшем нетривиальном порядке по | | | | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  | | |  |
| **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. | | | | | | | | | |