

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет
Кафедра

Естественнонаучный
Общей и теоретической физики

Аннотация рабочей программы дисциплины (модуля)

дисциплина

Теоретическая механика; механика сплошных сред

Блок Б1, базовая часть, Б1.Б.14.01

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

03.03.02

Физика

код

наименование направления

Программа

Медицинская физика

Форма обучения

Очная

Для поступивших на обучение в
2019 г.

Стерлитамак 2022

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими видам профессиональной деятельности, на которые ориентирована программа:

| |
|---|
| Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3) |
| Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (ПК-1) |
| Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2) |

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

| Формируемая компетенция (с указанием кода) | Этапы формирования компетенции | Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) |
|---|---|---|
| Способностью проводить научные исследования в избранной области экспериментальных и (или) теоретических физических исследований с помощью современной приборной базы (в том числе сложного физического оборудования) и информационных технологий с учетом отечественного и зарубежного опыта (ПК-2) | 1 этап: Знания | Обучающийся должен знать: основные положения теоретической механики и механики сплошных сред |
| | 2 этап: Умения | Обучающийся должен уметь: строить полные системы уравнений, описывающих поведение конкретной среды, ставить для них краевые и начальные условия, выбирать метод решения поставленной задачи |
| | 3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности) | Обучающийся должен владеть: способностью и заинтересованностью использования в практической деятельности знаний закономерностей механики сплошной среды, самостоятельно изучать и понимать специальную (отраслевую) научную и методическую литературу, связанную с проблемами механики сплошной среды |
| Способностью использовать специализированные знания в области физики для освоения | 1 этап: Знания | Обучающийся должен знать: экспериментальные основы теоретической механики и |

| | | |
|---|---|---|
| профильных физических дисциплин (ПК-1) | | механики сплошных сред |
| | 2 этап: Умения | Обучающийся должен уметь: различать круг задач, которые можно решить только методами теоретической механики, от задач, решаемых на основе классической физики |
| | 3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности) | Обучающийся должен владеть: навыками составления математических моделей задач теоретической механики |
| Способностью использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей и теоретической физики для решения профессиональных задач (ОПК-3) | 1 этап: Знания | Обучающийся должен знать: уравнения Гамильтона как основное уравнение теоретической механики и свойства его решений; способы описания движения сплошной среды; основные характеристики напряженно-деформируемого состояния сплошной среды |
| | 2 этап: Умения | Обучающийся должен уметь: применять уравнения Гамильтона для изучения свойств простейших микросистем |
| | 3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности) | Обучающийся должен владеть: навыками работы со справочной литературой и другими источниками информации; навыками оформления учебной документации |

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках базовой части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: прикладная физика, механика, молекулярная физика.

Дисциплина изучается на 2, 3 курсах в 4, 5 семестрах

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 5 зач. ед., 180 акад. ч.

| Объем дисциплины | Всего часов |
|--|----------------------|
| | Очная форма обучения |
| Общая трудоемкость дисциплины | 180 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 60 |
| практических (семинарских) | 64 |
| другие формы контактной работы (ФКР) | 1,2 |
| Учебных часов на контроль (включая часы подготовки): | 34,8 |
| экзамен | |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 20 |

| Формы контроля | Семестры |
|----------------|----------|
| экзамен | 5 |

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

4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

| № п/п | Наименование раздела / темы дисциплины | Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах) | | | |
|----------|--|---|----------|----------|----------|
| | | Контактная работа с преподавателем | | | СР |
| | | Лек | Пр/Сем | Лаб | |
| 4.2 | Затухающие колебания. Вынужденные колебания. | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 5.1 | Кинематика твердого тела. Эйлеровы углы | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 4.3 | Колебания системы со многими степенями свободы. Связанные маятники | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 4 | МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 3.4 | Движение в неинерциальных системах отсчета | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3.3 | Рассеяние частиц | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3.2 | Упругие столкновения частиц | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3.1 | Движение в поле центральной силы. Задача 2-х тел | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 3 | НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ | 8 | 8 | 0 | 0 |

| | | | | | |
|----------|---|-----------|-----------|----------|-----------|
| 4.1 | Свободные колебания системы без трения | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 5.2 | Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Свободные оси вращения | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 5.3 | Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 6 | КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ | 4 | 4 | 0 | 8 |
| 6.2 | Скобки Пуассона | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 1 | ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП В МЕХАНИКЕ | 6 | 6 | 0 | 2 |
| 2.1 | Сохранение энергии | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 6.1 | Уравнения Гамильтона | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 6.3 | Уравнения Гамильтона – Якоби | 2 | 2 | 0 | 4 |
| 7.1 | Математический аппарат механики сплошных сред | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 7.2 | Модель сплошная среда. Кинематика сплошной среды | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 7.3 | Основы динамики сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения | 4 | 6 | 0 | 2 |
| 7.4 | Идеальная сплошная среда | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 7.5 | Вязкая сплошная среда | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 7.6 | Методы подобия и размерности | 4 | 4 | 0 | 4 |
| 7.7 | Ламинарные и турбулентные течения | 4 | 4 | 0 | 4 |
| 7.8 | Явления переноса | 4 | 4 | 0 | 0 |
| 7 | МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД | 30 | 32 | 0 | 10 |
| 1.1 | Вариационный принцип в механике. Связи в механике | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1.2 | Уравнение движения в декартовых координатах | 1 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ | 2 | 4 | 0 | 0 |
| 1.4 | Составление уравнения Лагранжа. Принцип наименьшего действия | 2 | 2 | 0 | 2 |
| 1.3 | Уравнение Лагранжа в обобщенных координатах. Функция Лагранжа и энергия | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2.2 | Сохранение импульса. Сохранение момента импульса | 1 | 2 | 0 | 0 |
| | Итого | 60 | 64 | 0 | 20 |

4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Курс лекционных занятий

| № | Наименование раздела / темы дисциплины | Содержание |
|-----|--|--|
| 4.2 | Затухающие колебания. Вынужденные колебания. | Реальная механическая система. Силы сопротивления. Энергия системы. Аперiodический процесс. Вывод уравнения движения. Обобщенная сила. Вынуждающие силы. Периодические силы. Вывод уравнения |

| | | |
|----------|---|--|
| | | движения. Характер аperiodического движения и его условия |
| 5.1 | Кинематика твердого тела. Эйлера углы | Степени свободы. Инерциальная система отсчета. Скорость центра масс. Формула скоростей. Линия узлов. Угол нутации. Угол прецессии. Угол собственного вращения. Скорости изменения углов |
| 5 | МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА | |
| 4.3 | Колебания системы со многими степенями свободы. Связанные маятники | Консервативная система с s степенями свободы, обладающую положением устойчивого равновесия. Изменение обобщенных координат. Функция Лагранжа. Уравнение движения. Нормальные координаты. Нормальные колебания. Малые колебания системы из двух одинаковых математических маятников, связанных невесомой пружиной. Потенциальная и кинетическая энергия системы. Собственная частота системы. Нормальные колебания. Коэффициент связи |
| 4 | МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ | |
| 3.4 | Движение в неинерциальных системах отсчета | Функция Лагранжа одной частицы в произвольной неинерциальной системе отсчета. Общий вид функции Лагранжа. Силы инерции. Центробежная сила. Кориолисова сила. Соотношения между энергиями частицы |
| 3.3 | Рассеяние частиц | Захват и рассеяние частиц. Угол рассеяния. Траектория движения. Угол отдачи. Прицельный параметр |
| 3.2 | Упругие столкновения частиц | Сумма кинетической энергии упругого столкновения. Приведенная масса системы. Потенциальные энергии. Траектория движения |
| 3.1 | Движение в поле центральной силы. Задача 2-х тел | Центральное поле силы. Функция Лагранжа для центрального поля силы. Траектория частицы. Циклические координаты. Уравнение траектории движения частицы в центральном поле сил. Траектория частицы. Движение 2-х тел в поле центральной силы. Поиск траектории движение 2-х тел в поле центральной силы. Возможные случаи движения. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния. Формула Резерфорда для рассеяния альфа-частиц на тяжелых ядрах |
| 3 | НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ | |
| 4.1 | Свободные колебания системы без трения | Колебание системы с одной степенью свободы, в которой отсутствуют силы трения. Свободное движение системы вблизи положения устойчивого равновесия. Гармонические колебания |
| 5.2 | Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Свободные оси вращения | Кинетическая энергия твердого тела. Вращательная энергия тела. Тензор инерции. Осевой момент инерции. Центробежный момент инерции. Главные моменты инерции. Импульс твердого тела. Свободные оси вращения |
| 5.3 | Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера | Центр инерции. Вывод уравнения движения твердого тела. Получение уравнения Эйлера для движения твердого тела |
| 6 | КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ | |

| | | |
|----------|---|---|
| 1 | ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП В МЕХАНИКЕ | |
| 2.1 | Сохранение энергии | Закон сохранения энергии как следствие однородности времени. Вывод закона |
| 6.1 | Уравнения Гамильтона | Функция Гамильтона. Вывод уравнения Гамильтона |
| 6.3 | Уравнения Гамильтона – Якоби | Действие S как величина, характеризующая движение по истинным траекториям. Исследование действия при изменениях координаты и времени. Вывод уравнения Гамильтона – Якоби. Укороченное действие |
| 7.1 | Математический аппарат механики сплошных сред | Введение. Основные гипотезы. Математический аппарат механики сплошных сред |
| 7.2 | Модель сплошная среда. Кинематика сплошной среды | Модель сплошной среды (континуума). Лагранжево и Эйлерово описания движения сплошной среды. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Тензор деформаций. Тензор скоростей деформации. Теорема Коши-Гельмгольца |
| 7.3 | Основы динамики сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения | Силы и напряжения в механике сплошных сред. Массовые и поверхностные силы в механике сплошных сред. Тензор напряжений. Модели сплошных сред. Дифференциальные уравнения движения в механике сплошных сред. Общее уравнение движения сплошной среды. Замкнутая система уравнений движения сплошной среды |
| 7.4 | Идеальная сплошная среда | Уравнение движения идеальной сплошной среды. Уравнение Бернулли. Вихревое движение. Потенциальное движение |
| 7.5 | Вязкая сплошная среда | Уравнение движения вязкой сплошной среды. Точные решения и уравнения Навье-Стокса. Медленное обтекание шара |
| 7.6 | Методы подобия и размерности | Подобие гидродинамических движений. Основные теоремы подобия. Метод размерности физических величин. Примеры решения задач |
| 7.7 | Ламинарные и турбулентные течения | Характеристика двух режимов течения. Определение турбулентности. Потеря устойчивости и переход от ламинарного течения к турбулентному. Развитая и локальная турбулентность. Уравнение Рейнольдса — осредненное уравнение турбулентного движения. Понятие пограничного слоя |
| 7.8 | Явления переноса | Теплопроводность в несжимаемой жидкости |
| 7 | МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД | |
| 1.1 | Вариационный принцип в механике. Связи в механике | Механические системы. Их виды. Связи. Их виды. Вариационный принцип в механике |
| 1.2 | Уравнение движения в декартовых координатах | Декартовы координаты. Уравнения движения Ньютона. Число степеней свободы. Потенциал системы. Силы |
| 2 | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ | |
| 1.4 | Составление уравнения Лагранжа. Принцип наименьшего действия | Порядок действий при составлении уравнения Лагранжа. Перемещение. Математический маятник. Маятник с равномерно движущейся точкой подвеса. Маятник с точкой подвеса, движущейся с постоянным ускорением. Частица, перемещающаяся по равномерно вращающейся прямой. Частица, перемещающаяся по прямой, вращающейся с ускорением. Действие S . |

| | | |
|-----|---|--|
| | | Принцип Гамильтона. Вариационный принцип механики. |
| 1.3 | Уравнение Лагранжа в обобщенных координатах. Функция Лагранжа и энергия | Обобщенные координаты. Функция Лагранжа. Уравнение Лагранжа. Обобщенные силы, импульс, потенциал. Функция Лагранжа. Энергия. Теорема о сохранении энергии. Диссипативная функция Релея. Конфигурационное пространство. Интеграл движения |
| 2.2 | Сохранение импульса. Сохранение момента импульса | Закона сохранения импульса как следствие однородности пространства. Вывод закона. Закона сохранения момента импульса как следствие изотропности пространства. Вывод закона |

Курс практических/семинарских занятий

| № | Наименование раздела / темы дисциплины | Содержание |
|----------|---|---|
| 4.2 | Затухающие колебания. Вынужденные колебания. | Решение задач по теме. Отыскание параметров колебания. Поиск закона колебания. Отыскание параметров колебания. Поиск закона колебания |
| 5 | МЕХАНИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА | |
| 4.3 | Колебания системы со многими степенями свободы. Связанные маятники | Решение задач по теме. Отыскание параметров колебания. Поиск закона колебания. Отыскание параметров колебания. Поиск закона колебания |
| 4 | МАЛЫЕ КОЛЕБАНИЯ | |
| 3.4 | Движение в неинерциальных системах отсчета | Решение задач по теме. Функция Лагранжа одной частицы в произвольной неинерциальной системе отсчета. |
| 3.3 | Рассеяние частиц | Решение задач по теме. Угол рассеяния. Угол отдачи. Прицельный параметр |
| 3.2 | Упругие столкновения частиц | Решение задач по теме. Траектория движения при упругом столкновении |
| 3.1 | Движение в поле центральной силы. Задача 2-х тел | Решение задач по теме. Уравнение траектории движения частицы в центральном поле сил. Поиск траектории движение 2-х тел в поле центральной силы. |
| 3 | НЕКОТОРЫЕ ЗАДАЧИ МЕХАНИКИ | |
| 4.1 | Свободные колебания системы без трения | Решение задач по теме. Отыскание параметров колебания. Поиск закона колебания |
| 5.2 | Тензор инерции. Момент импульса твердого тела. Свободные оси вращения | Решение задач по теме. Кинематика твердого тела. Поиск углов Эйлера. Решение задач по теме. Главные оси инерции и импульса |
| 5.3 | Уравнения движения твердого тела. Уравнения Эйлера | Решение задач по теме. Построение уравнений Эйлера |
| 6 | КАНОНИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ | |
| 1 | ВАРИАЦИОННЫЙ ПРИНЦИП В МЕХАНИКЕ | |
| 2.1 | Сохранение энергии | Решение задач по теме. Закона сохранения энергии |
| 6.1 | Уравнения Гамильтона | Решение задач по теме. Получение уравнения Гамильтона. Построение Гамильтониана по Лагранжиану. Построение Лагранжиана по Гамильтониану |
| 6.3 | Уравнения Гамильтона – Якоби | Решение задач по теме. Получение скобок Пуассона. Вычисление скобок Пуассона. Решение задач по теме. |

| | | |
|-----|---|--|
| | | Получение уравнения Гамильтона – Якоби. Поиск закона движения в квадратурах методом Гамильтона – Якоби |
| 7.1 | Математический аппарат механики сплошных сред | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Матричная алгебра («немое суммирование», матрица, операции с матрицами, взаимобратные матрицы); криволинейная система координат; локальный и взаимный базисы; метрический тензор; тензоры Кронекера и Леви-Чевиты; ковариантные, контравариантные и физические компоненты вектора; символы Кристоффеля; ковариантная производная; градиент, дивергенция, ротор и оператор Лапласа в криволинейной и ортогональной системах координат; понятие тензора нулевого, первого, второго и n-го ранга; симметричные и антисимметричные тензоры второго ранга; операции с тензорами. Примеры решения задач |
| 7.2 | Модель сплошная среда. Кинематика сплошной среды | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Введение. Основные гипотезы. Модель сплошной среды (континуума). Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Лагранжево и Эйлерово описания движения сплошной среды. Уравнение неразрывности в переменных Эйлера и Лагранжа. Тензор деформаций. Тензор скоростей деформации. Теорема Коши-Гельмгольца |
| 7.3 | Основы динамики сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Массовые и поверхностные силы в механике сплошных сред. Тензор напряжений. Модели сплошных сред. Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Общее уравнение движения сплошной среды. Замкнутая система уравнений движения сплошной среды |
| 7.4 | Идеальная сплошная среда | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Изэнтропическое движение. Уравнение Эйлера. Граничные и начальные условия. Поток энергии и поток импульса. Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Уравнение Бернулли. Линии тока и траектории. Трубки тока |
| 7.5 | Вязкая сплошная среда | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Замкнутая система уравнений движения вязкой жидкости. Уравнение Навье-Стокса. Граничные и начальные условия. Вихревое движение вязкой жидкости |
| 7.6 | Методы подобия и размерности | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Подобие гидродинамических движений. Основные теоремы подобия. Метод размерности физических величин. |
| 7.7 | Ламинарные и турбулентные течения | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Характеристика двух режимов течения. Определение турбулентности. Потеря устойчивости и |

| | | |
|----------|---|--|
| | | переход от ламинарного течения к турбулентному. Развитая и локальная турбулентность. Уравнение Рейнольдса — осредненное уравнение турбулентного движения. Понятие пограничного слоя |
| 7.8 | Явления переноса | Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Общее уравнение переноса тепла. Решение задач и обсуждение теоретических вопросов по теме. Теплопроводность в несжимаемой жидкости. Теплопроводность в неограниченной и ограниченной среде. Закон подобия для теплопередачи |
| 7 | МЕХАНИКА СПЛОШНЫХ СРЕД | |
| 1.2 | Уравнение движения в декартовых координатах | Решение задач по теме. Связи. Вариационный принцип в механике. Решение задач по теме. Уравнения движения Ньютона. Силы |
| 2 | ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ | |
| 1.4 | Составление уравнения Лагранжа. Принцип наименьшего действия | Решение задач по теме. Уравнения Лагранжа для различных систем. Вариационный принцип механики. |
| 1.3 | Уравнение Лагранжа в обобщенных координатах. Функция Лагранжа и энергия | Решение задач по теме. Уравнение Лагранжа. Обобщенные силы, импульс, потенциал. Теорема о сохранении энергии. Диссипативная функция Релея. Интеграл движения |
| 2.2 | Сохранение импульса. Сохранение момента импульса | Решение задач по теме. Сохранение импульса. Сохранение момента импульса |