

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1156321	Базовая механика

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Механика и математическое моделирование	Код ОП 1. 01.03.03/33.01
Направление подготовки 1. Механика и математическое моделирование	Код направления и уровня подготовки 1. 01.03.03

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ламоткин Алексей Евгеньевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	департамент математики, механики и компьютерных наук
2	Прокопьев Виталий Павлович	кандидат физико-математических наук, профессор	профессор	департамент математики, механики и компьютерных наук

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ **Базовая механика**

1.1. Аннотация содержания модуля

Дисциплины, включенные в модуль, являются основополагающими в профессиональном цикле данного направления. Теоретическая механика дает представление об общих законах механического движения и взаимодействия материальных тел, отвлекается от многих их действительных свойств и использует в качестве допустимой абстракции понятия материальной точки и системы материальных точек, абсолютно твердого тела простейший пример неизменяемой сплошной среды. Во многих областях техники одними из проблемных вопросов являются скорость, устойчивость и управляемость. Основы устойчивости и управления даются в соответствующем курсе модуля. Классическая механика является мощным орудием научного исследования различных вопросов естествознания и техники. Её законы дают вполне достаточную для практики точность. Она явилась основой развития механики жидкости и газа, механики деформируемого твердого тела, теории колебаний, теории полета и управления. Теоретическая и прикладная механика Изучение дисциплины формирует у обучающихся систему фундаментальных знаний классической механики, позволяющей будущему специалисту механику использовать их в различных приложениях к современным задачам, на основе которой становится возможным построение и исследование механо математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. Устойчивость и управление движением Теория устойчивости и управления механическим движением входит в число основных дисциплин общей механики. Задачей дисциплины является ознакомление студентов с основными понятиями теории устойчивости и управления, с постановками задач и методами их решения, а также с основными алгоритмами

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Теоретическая и прикладная механика	19
2	Устойчивость и управление движением	8
ИТОГО по модулю:		27

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Теоретическая и прикладная механика	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>
Устойчивость и управление движением	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	<p>З-1 - Демонстрировать понимание основных закономерностей, законов, теорий математики, их взаимосвязь с другими дисциплинами</p> <p>У-1 - Определять пути решения задач профессиональной деятельности, опираясь на знания основных закономерностей, законов, теории математики</p> <p>П-1 - Демонстрировать навыки применения простейших математических теорий и моделей для решения задач профессиональной деятельности</p> <p>Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности</p>

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Теоретическая и прикладная механика

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ламоткин Алексей Евгеньевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Кафедра департамент математики, механики и компьютерных наук
2	Прокопьев Виталий Павлович	кандидат физико-математических наук, профессор	Профессор	Кафедра департамент математики, механики и компьютерных наук

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ламоткин Алексей Евгеньевич, Старший преподаватель, департамент математики, механики и компьютерных наук
- Прокопьев Виталий Павлович, Профессор, департамент математики, механики и компьютерных наук

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.0	Введение	Предмет теоретической механики. Базовые модели теоретической механики. Значение теоретической механики в современной науке.
Р.1.1	Кинематика материальной точки	Способы описания движения точки. Понятие скорости точки. Нахождение скорости в декартовых координатах. Нахождение скорости в естественных координатах. Понятие ускорения точки. Нахождение ускорения в декартовых координатах. Нахождение ускорения в естественных координатах. Понятие криволинейных координат. Коэффициенты Ламе. Нахождение скорости в криволинейных координатах. Нахождение ускорения в криволинейных координатах. Скорость и ускорение в цилиндрических координатах. Скорость и ускорение в сферических координатах.
Р.1.2	Кинематика твердого тела	Поступательное движение. Вращательное движение. Угловая скорость и угловое ускорение. Скорость и ускорение точек при вращательном движении. Понятие плоского движения тела. Скорости точек плоской фигуры. Мгновенный центр скоростей. Ускорение точек плоской фигуры. Мгновенный центр ускорений. Геометрическая интерпретация плоского движения. Центроиды. Углы Эйлера. Теорема Эйлера-Даламбера. Геометрическая интерпретация сферического движения. Аксоиды. Скорости точек тела при сферическом

		<p>движении. Кинематические уравнения Эйлера. Ускорение точек тела при сферическом движении. Уравнения свободного движения тела. Скорости точек свободного тела.</p> <p>Классификация мгновенных движений твердого тела.</p> <p>Геометрическая интерпретация свободного движения.</p> <p>Ускорение точек свободного тела.</p>
P.1.3	Кинематика сложного движения	<p>Понятие сложного движения точки. Абсолютная и относительная производная вектора. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса. Общая задача о сложном движении тела. Сложение поступательных движений.</p> <p>Сложение вращений вокруг пересекающихся осей. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений.</p> <p>Сложение мгновенных движений тела. Классификация мгновенных движений тела.</p>
P.2	Статика	<p>Аксиомы статики. Сходящаяся система сил. Момент силы.</p> <p>Система двух сонаправленных параллельных сил. Система n сонаправленных параллельных сил. Система двух противоположно направленных сил. Произвольная система параллельных сил. Равновесие системы параллельных сил.</p> <p>Понятие пары сил. Эквивалентные преобразования пары сил.</p> <p>Сложение пар сил. Основная лемма статики. Теорема Пуансо.</p> <p>Инварианты статики. Приведение системы сил к динамическому винту. Классификация систем сил. Условия равновесия системы сил. Понятие центра тяжести. Способы нахождения центра тяжести. Трение скольжения. Трение вращения. Трение качения.</p>
P.3.1	Динамика материальной точки	<p>Аксиомы динамики. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Основные задачи динамики. Критерий прямолинейного движения точки. Интегрирование уравнения прямолинейного движения в некоторых частных случаях.</p> <p>Уравнение прямолинейных колебаний материальной точки.</p> <p>Свободные колебания. Затухающие колебания. Вынужденные колебания без сопротивления. Вынужденные колебания в вязкой среде. Теорема об изменении количества движения для точки. Теорема об изменении момента количества движения для точки. Работа силы. Вычисление работы сил тяжести, упругости, всемирного тяготения и трения. Потенциальное силовое поле. Теорема об изменении кинетической энергии для точки. Уравнение Бине. Вывод закона всемирного тяготения из законов Кеплера. Задача Ньютона. Движение точки вблизи поверхности Земли. Искусственный спутник Земли. Задача двух тел. поправка ко второму закону Кеплера. Движение точки по поверхности в декартовых координатах. Движение точки по кривой в декартовых координатах. Движение точки по кривой в естественных координатах. Движение точки по поверхности в естественных координатах. Циклоидальный маятник. Математический маятник. Сферический маятник.</p> <p>Основное уравнение динамики в неинерциальной системе отсчета. Влияние Земли на движение и равновесие точек у ее поверхности. Маятник Фуко. Отклонение падающих тел от вертикали.</p>

Р.3.2	Динамика механической системы	Внутренние и внешние силы. Теорема о движении центра масс. Теорема об изменении количества движения для системы. Приложение теоремы об изменении количества движения к сплошной среде. Кинетический момент механической системы. Примеры нахождения моментов инерции некоторых твердых тел (стержень, диск, кольцо). Теорема Гюйгенса Штейнера. Теорема об изменении кинетического момента. Кинетическая энергия механической системы. Теорема об изменении кинетической энергии для системы. Принцип Даламбера.
Р.3.3	Динамика твердого тела	Моменты инерции второго порядка. Зависимость осевого момента инерции от ориентации оси. Эллипсоид инерции. Главные оси инерции и их свойства. Преобразование компонент тензора инерции при смене системы координат. Кинетический момент тела, совершающего сферическое движение. Кинетическая энергия тела, совершающего сферическое движение. Кинетический момент и кинетическая энергия свободного тела. Уравнения поступательного движения тела. Динамические уравнения Эйлера. Уравнения свободного движения твердого тела. Определение давления вращающегося тела на ось. Физический маятник. Постановка задачи об интегрировании уравнений движения тяжелого твердого тела вокруг неподвижной точки. Случай интегрируемости Эйлера-Пуансо. Случай интегрируемости Лагранжа-Пуассона. Случай интегрируемости Ковалевской. Элементарная теория гироскопа.
Р.4	Аналитическая статика	Уравнение связей и их классификации. Действительные и возможные перемещения. Принцип возможных перемещений. Уравнения равновесия связанной механической системы в декартовых координатах. Обобщенные координаты. Условия равновесия в обобщенных координатах. Методы нахождения обобщенных сил.
Р.5	Аналитическая динамика	Общее уравнение динамики. Уравнения Лагранжа первого рода. Уравнения Лагранжа второго рода. Кинетическая энергия системы в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода в случае потенциальных сил. Обобщенный интеграл энергии. Уравнения Рауса. Уравнения движения механической системы вблизи устойчивого положения равновесия. Функция Рэля и ее свойства. Уравнения движения механической системы вблизи устойчивого положения равновесия при наличии сопротивления среды. Исследование движения механической системы в окрестности устойчивого положения равновесия. Главные или нормальные координаты. Канонические уравнения Гамильтона. Первые интегралы канонических уравнений. Метод Якоби интегрирования канонических уравнений. Принципы механики. Принцип наименьшего принуждения Гаусса. Изохронная и полная вариации функции. Принцип стационарного действия Гамильтона. Принцип стационарного действия Мопертюи-Лагранжа. Дифференциальные уравнения движения неголономных систем с множителями. Уравнения Аппеля.

Р.6	Некоторые специальные разделы теоретической механики	Основные понятия теории удара. Основные теоремы динамики в теории удара. Удар точки о неподвижную поверхность. Теорема Карно для материальной точки. Основные теоремы динамики механических систем в теории удара. Центральный удар двух тел. Удар по телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Принцип Даламбера и основы аналитической динамики в теории удара. Уравнение Мещерского. Первая задача Циолковского. Вторая задача Циолковского.
Р.7	Введение в теорию нелинейных колебаний. Исследование периодических колебаний в неавтономных системах дифференциальных уравнений методом Ляпунова-Пуанкаре.	Теория нелинейных колебаний как специальный раздел механики и качественной теории дифференциальных уравнений. Метод Ляпунова-Пуанкаре. Периодические колебания в линейных системах в не-резонансном случае. Периодические колебания в квазилинейных системах в нерезонансном случае. Периодические колебания в линейных системах в резонансном случае. Периодические колебания в квазилинейных системах в резонансном случае. Устойчивость периодических колебаний неавтономных системах. Уравнение Дюффинга. Уравнение Ван-дер-Поля.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы Тренинг диагностического мышления	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая и прикладная механика

Электронные ресурсы (издания)

1. Бухгольц, Н. Н.; Основной курс теоретической механики 1. Кинематика, статика, динамика материальной точки; Наука, Москва; 1965; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=236625> (Электронное издание)
2. Мещерский, И. В.; Сборник задач по теоретической механике : сборник задач и упражнений.; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва; 1953; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563187> (Электронное издание)
3. Лойцянский, Л. Г.; Теоретическая механика 1. Кинематика; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Ленинград, Москва; 1932; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105604> (Электронное издание)
4. Лойцянский, Л. Г.; Теоретическая механика 2. Динамика; Государственное технико-теоретическое изд-во, Москва, Ленинград; 1933; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=111786> (Электронное издание)
5. Лойцянский, Л. Г.; Теоретическая механика 3. Динамика несвободной системы и теория колебаний; Государственное издательство технико-теоретической литературы, Ленинград, Москва; 1934; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=105606> (Электронное издание)
6. Бать, М. И., Джанелидзе, Г. Ю., Меркин, Д. Р.; Теоретическая механика в примерах и задачах : учебное пособие.; Наука, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437373> (Электронное издание)
7. Бать, М. И., Джанелидзе, Г. Ю.; Теоретическая механика в примерах и задачах : учебное пособие.; Наука, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437374> (Электронное издание)
8. Бать, М. И., Джанелидзе, Г. Ю., Меркин, Д. Р.; Теоретическая механика в примерах и задачах : сборник задач и упражнений.; Наука, Москва; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438552> (Электронное издание)
9. Аппель, П. Э., Малкин, И. Г.; Теоретическая механика Динамика точки; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235362> (Электронное издание)
10. Аппель, П. Э., Малкин, И. Г.; Теоретическая механика Аналитическая механика; Гос. изд-во физико-математической лит., Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235363> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Бухгольц, Н. Н.; Кинематика, статика, динамика материальной точки : учеб. пособие [для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2009 (81 экз.)
2. Бухгольц, Н. Н.; Динамика системы материальных точек : учеб. пособие [для вузов.; Лань, Санкт-Петербург [и др.]; 2009 (80 экз.)
3. Мещерский, И. В., Пальмов, В. А., Меркин, Д. Р.; Задачи по теоретической механике : [учеб. пособие для вузов]; Лань, Санкт-Петербург; 2005 (79 экз.)
4. , Яблонский, А. А., Норейко, С. С., Вольфсон, С. А., Карпова, Н. В.; Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике : учеб. пособие для студентов вузов.; Интеграл-Пресс, Москва; 2008 (225 экз.)
5. Маркеев, А. П.; Теоретическая механика : Учеб. пособие для мех.-мат. спец. ун-тов.; Наука, Москва; 1990 (22 экз.)
6. Бать, М. И., Джанелидзе, Г. Ю., Кельзон, А. С., Меркин, Д. Р.; Теоретическая механика в примерах и задачах : учеб. пособие для втузов. Т. 1. Статика и кинематика; Наука, Москва; 1984 (78 экз.)

7. Бать, М. И., Джанелидзе, Г. Ю., Кельзон, А. С.; Теоретическая механика в примерах и задачах : В 2 т.: Учеб. пособие для вузов. Т. 2. Динамика; Наука, Москва; 1984 (285 экз.)
8. Бутенин, Н. В., Лунц, Я. Л., Меркин, Д. Р.; Курс теоретической механики : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по техн. специальностям : в 2 т. Т. 1. Статика и кинематика, т. 2 : Динамика; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2007 (51 экз.)
9. Березкин, Е. Н.; Курс теоретической механики : Учебное пособие для студентов ун-тов.; Изд-во МГУ, Москва; 1974 (110 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн "Директ-Медиа": [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей по подписке. – Текст: электронный.
2. ЭБС IPR SMART (Библиокомплектатор) ООО «Ай Пи Эр Медиа» : [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей по подписке. – Текст: электронный.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая и прикладная механика

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
3	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется
4	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Устойчивость и управление движением

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Ламоткин Алексей Евгеньевич	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподаватель	Кафедра департамент математики, механики и компьютерных наук
2	Прокопьев Виталий Павлович	кандидат физико-математических наук, профессор	Профессор	Кафедра департамент математики, механики и компьютерных наук
3	Сесекин Александр Николаевич	доктор физико-математических наук, профессор	Заведующий кафедрой	Кафедра прикладной математики

Рекомендовано учебно-методическим советом института Естественных наук и математики

Протокол № 7 от 29.09.2023 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Ламоткин Алексей Евгеньевич, Старший преподаватель, департамент математики, механики и компьютерных наук
- Прокопьев Виталий Павлович, Профессор, департамент математики, механики и компьютерных наук

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.1.1	Постановки задачи об устойчивости движения. Основные определения	Постановка задачи об устойчивости движения. Дифференциальные уравнения возмущенного движения. Определения устойчивости, равномерной устойчивости, асимптотической устойчивости, неустойчивости
Р.1.2	Второй (прямой) метод Ляпунова для установившихся движений	Функции Ляпунова и их свойства. Теоремы Ляпунова об устойчивости, асимптотической устойчивости и неустойчивости движения. Теорема Четаева о неустойчивости движения. Геометрическая интерпретация теорем. Теоремы Барбашина – Красовского об асимптотической устойчивости и неустойчивости. Теорема Лагранжа об устойчивости положения равновесия механических систем.
Р.1.3	Устойчивость по первому приближению для установившихся движений	Решения системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Устойчивость решений системы дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. Критерии Гурвица, Рауса, Михайлова. Метод Д-разбиения. Уравнения первого приближения. Вспомогательные теоремы. Построение функций Ляпунова. Теоремы Ляпунова об устойчивости по первому приближению. Критические случаи. Критический случай одного нулевого корня.

P.1.4	Второй (прямой) метод Ляпунова для неустановившихся движений	Функции Ляпунова для неавтономных систем. Теоремы об устойчивости и об асимптотической устойчивости для неустановившихся движений. Теоремы о неустойчивости для неустановившихся движений. Геометрическая интерпретация теорем.
P.1.5	Некоторые определения устойчивости движения, отличные от определения по Ляпунову	Устойчивость при постоянно действующих возмущениях. Асимптотическая устойчивость в «большом» и в «целом». Абсолютная устойчивость. Техническая устойчивость. Условная устойчивость. Устойчивость по Лагранжу. Орбитальная устойчивость. Устойчивость по отношению к части переменных. Устойчивость движения систем с распределенными параметрами.
P.1.6	Введение в стабилизацию движения	Постановка задач о стабилизации и об относительной стабилизации. Достаточные условия оптимальности управления. Теорема Красовского.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы Тренинг диагностического мышления	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

Авторы:

- **Сесекин Александр Николаевич, Заведующий кафедрой, прикладной математики**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
Р.2.1	Постановки задач оптимального управления. Основные понятия.	Примеры постановок задач оптимального управления. Дифференциальные уравнения управляемого движения. Допустимые управления. Типы задач оптимального управления. Управляемость линейных систем. Критерий полной управляемости. Наблюдаемость линейных систем. Принцип двойственности Калмана.
Р.2.2	Множества достижимости управляемых систем.	Определение множества достижимости управляемой системы. Теоремы о свойствах ограниченности, замкнутости, выпуклости, непрерывной зависимости по времени. Лемма о внутренней точке множества достижимости.
Р.2.3	Принцип максимума Понтрягина для линейной задачи быстрогодействия.	Постановка линейная задачи быстрогодействия. Принцип максимума Понтрягина как необходимое условие оптимальности в линейной задаче быстрогодействия. Двухточечная краевая задача. Экстремальные управления. Применение принципа максимума для нахождения экстремальных управлений. Задачи с подвижными концами, условия трансверсальности. Задача синтеза оптимального управления.
Р.2.4	Принцип максимума Понтрягина для нелинейных задач оптимального управления.	Принцип максимума Понтрягин для нелинейной задачи Лагранжа (формулировка и идеи доказательства). Особые управления.
Р.2.5	Метод динамического программирования (МДП) Беллмана.	Принцип оптимальности Беллмана. Применение МДП к решению задачи управления дискретной системой. Применение МДП к решению задачи управления непрерывной системой. Уравнение Беллмана. Обоснование МДП. Линейно-квадратичная задача оптимального управления.

1.5. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская профориентационная деятельность целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы Тренинг диагностического мышления	ОПК-1 - Способен использовать фундаментальные знания, полученные в области математических и естественных наук, в профессиональной деятельности	Д-3 - Демонстрировать осознанный интерес к решению задач профессиональной деятельности по избранной специальности

1.6. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Устойчивость и управление движением

Электронные ресурсы (издания)

1. Малкин, И. Г.; Теория устойчивости движения; Наука, Москва; 1966; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468145> (Электронное издание)
2. Четаев, Н. Г.; Устойчивость движения; Наука, Москва; 1990; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468024> (Электронное издание)
3. Барбашин, Е. А.; Введение в теорию устойчивости; Наука, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116166> (Электронное издание)
4. Демидович, Б. П., Купцов, Н. П.; Лекции по математической теории устойчивости; Наука, Москва; 1967; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=447850> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Малкин, И. Г.; Теория устойчивости движения; Наука, Москва; 1966 (22 экз.)
2. Красовский, Н. Н.; Теория управления движением. Линейные системы; Наука, Москва; 1968 (11 экз.)
3. ; Основы теории оптимального управления; Высш. шк., Москва; 1990 (11 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. ЭБС Университетская библиотека онлайн "Директ-Медиа": [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.biblioclub.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей по подписке. – Текст: электронный.

2. ЭБС IPR SMART (Библиокомплектатор) ООО «Ай Пи Эр Медиа» : [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей по подписке. – Текст: электронный.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. «Зональная научная библиотека УрФУ - <http://lib.urfu.ru>»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Устойчивость и управление движением

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
4	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Не требуется

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	
5	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов	Не требуется