

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Ястребов Олег Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 16.06.2022 15:16:34
Уникальный программный ключ:
ca953a0120d891083f939673078ef1a989dae18a

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»**

Факультет физико-математических и естественных наук
(наименование основного учебного подразделения (ОУП)-разработчика ОП ВО)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая механика
(наименование дисциплины/модуля)

Рекомендована МССН для направления подготовки/специальности:

03.03.02 Физика
(код и наименование направления подготовки/специальности)

Освоение дисциплины ведется в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОП ВО):

Физика
(наименование (профиль/специализация) ОП ВО)

2022 г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» является формирование математического мышления и выработки навыков моделирования динамических процессов различной физической природы и явлений на основе фундаментальных законов классической механики и современных методов математики и информатики. Теоретическая механика является фундаментальной дисциплиной физико-математического цикла, на которой основаны важнейшие разделы математики, современная теория управления и инженерные дисциплины. Известные динамические аналогии и современная теория динамических систем позволяют существенно расширить область приложений теоретической механики, включая системы различной физической природы, общественные процессы и явления.

Курс теоретической механики предусматривает ознакомление с основными законами механики, обучение аналитическому представлению реальных процессов, исследованию их по математической модели и интерпретации соответствующих результатов и эффектов, полученных вследствие аналитического решения и математического моделирования.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины «Теоретическая механика» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций (части компетенций):

Таблица 2.1. Перечень компетенций, формируемых у обучающихся при освоении дисциплины (результаты освоения дисциплины)

| Шифр | Компетенция | Индикаторы достижения компетенции (в рамках данной дисциплины) |
|--------|---|--|
| ОПК-1. | Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | ОПК-1.1. Знает основные законы, модели и методы исследования физических процессов и явлений; |
| | | ОПК-1.2. Применяет физические и математические модели и методы при решении теоретических и прикладных задач. |

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 ОП ВО.

В рамках ОП ВО обучающиеся также осваивают другие дисциплины и/или практики, способствующие достижению запланированных результатов освоения дисциплины «Теоретическая механика».

Таблица 3.1. Перечень компонентов ОП ВО, способствующих достижению запланированных результатов освоения дисциплины

| Шифр | Наименование компетенции | Предшествующие дисциплины/модули, практики* | Последующие дисциплины/модули, практики* |
|--------|---|--|--|
| ОПК-1. | Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности | Механика, Молекулярная физика, Электричество и магнетизм, Аналитическая геометрия, Математический анализ, Физический практикум по механике, Физический практикум по молекулярной физике, Физический практикум по электричеству и магнетизму, Базовые пакеты, Вычислительная физика | Атомная физика, Физика атомного ядра и элементарных частиц, Электродинамика, Квантовая теория, Численные методы и математическое моделирование |

* - заполняется в соответствии с матрицей компетенций и СУП ОП ВО

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Теоретическая механика» составляет 4 зачетных единиц.

Таблица 4.1. Виды учебной работы по периодам освоения ОП ВО для **ОЧНОЙ** формы обучения

| Вид учебной работы | ВСЕГО, ак.ч. | Семестр(-ы) | | | |
|--|-----------------|-------------|---|---|------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| <i>Контактная работа, ак.ч.</i> | <i>144</i> | | | | <i>144</i> |
| в том числе: | | | | | |
| Лекции (ЛК) | 36 | | | | 36 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | | | | |
| Практические/семинарские занятия (СЗ) | 36 | | | | 36 |
| <i>Самостоятельная работа обучающихся, ак.ч.</i> | <i>45</i> | | | | <i>45</i> |
| <i>Контроль (экзамен/зачет с оценкой), ак.ч.</i> | <i>27</i> | | | | <i>27</i> |
| Общая трудоемкость дисциплины | ак.ч. | 144 | | | 144 |
| | зач.ед. | 4 | | | 4 |

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 5.1. Содержание дисциплины (модуля) по видам учебной работы

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|--|--|---------------------|
| Раздел 1. Введение. Место курса теоретической механики в разделе естественно-научных дисциплин. | Тема 1.1. Механика и физика. Краткая история. Некоторые задачи моделирования динамики и управления. | ЛК |
| | Тема 1.2. Казанская школа устойчивости движения и РУДН. | |
| | Тема 1.3. УМК и РП по курсу теоретической механики. | |
| | Тема 1.4. Основные понятия и определения теоретической механики. | ЛК, СЗ |
| Раздел 2. Кинематика точки. Способы задания движения точки. | Тема 2.1. Способы задания движения точки. .. | ЛК |
| | Тема 2.2. Основные кинематические показатели движения точки. | ЛК, СЗ |
| | Тема 2.3. Определение скорости и ускорения точки при различных способах задания движения. | ЛК, СЗ |
| Раздел 3. Сложное движение точки. | Тема 3.1. Основная и подвижная системы отсчета. Относительное, переносное и абсолютное движение точки. | ЛК |
| | Тема 3.2. Теоремы сложения скоростей и ускорений точки. | ЛК, СЗ |
| | Тема 3.3. Ускорение Кориолиса. Движение точки относительно системы координат, связанной с Землей. Объяснение абберрационного смещения звёзд. Закон Бэра. | ЛК, СЗ |
| Раздел 4. Кинематика твердого тела. | Тема 4.1. Простейшие движения твердого тела. Поступательное движение. Вращение вокруг неподвижной оси. | ЛК |
| | Тема 4.2. Движение твердого тела с неподвижной точкой. Скорости и ускорения точек тела. Теорема о конечном перемещении твердого тела. Геометрическая интерпретация сферического движения. Подвижный и неподвижный аксоиды. | ЛК, СЗ |
| | Тема 4.3. Произвольное движение твердого тела. Скорости и ускорения точек тела. Теорема о конечном перемещении твердого тела. Геометрическая интерпретация. | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|-------------------------------------|--|---------------------|
| | Подвижный и неподвижный аксоиды. Плоское движение твердого тела. | |
| Раздел 5. Кинематика твердого тела. | Тема 5.1. Сложение поступательных движений твердого тела. | ЛК, СЗ |
| | Тема 5.2. Сложение вращательных движений вокруг пересекающихся, параллельных и скрещивающихся осей. Пара вращений. | ЛК, СЗ |
| | Тема 5.3. Сложение винтовых движений | ЛК, СЗ |
| Раздел 6. Геометрическая статика. | Тема 6.1. Основные задачи статики. Сила. Момент силы. Аксиомы о силах. Следствие. Классификация сил. Свойства внутренних сил неизменяемой механической системы. | ЛК, СЗ |
| | Тема 6.2. Связи и их классификация. Аксиомы о связях. Основные типы связей и их реакции. Понятие об идеальных связях. | ЛК, СЗ |
| | Тема 6.3. Система сходящихся сил. Условия равновесия системы сходящихся сил. Параллельные силы. Центр параллельных сил. Пара сил. Произвольная система сил. Приведение произвольной системы сил к главному вектору и главному моменту. Инварианты приведения. Динамический винт. Условия равновесия произвольной системы сил. Система твердых тел. Условия равновесия системы тел. | ЛК, СЗ |
| Раздел 7. Аналитическая статика. | Тема 7.1. Действительные, возможные и виртуальные перемещения точки. Работа силы на действительном и виртуальном перемещениях точки. Идеальные связи. Работа силы на конечном перемещении. Принцип возможных перемещений для систем, стесненных идеальными связями. Условия равновесия неизменяемых систем. | ЛК, СЗ |
| | Тема 7.2. Уравнения равновесия механической системы. Метод множителей Лагранжа. | ЛК, СЗ |
| | Тема 7.3. Поле сил. Потенциальные силы. Силовая функция. Равновесие механической системы в потенциальном силовом поле. Центр тяжести и центр масс механической системы. | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|--|--|---------------------|
| Раздел 8. Динамика. | Тема 8.1. Основные понятия и определения динамики. Инерциальные системы отсчета. Динамика точки. Законы Ньютона. Уравнения движения материальной точки. Прямая и обратная задачи динамики | ЛК, СЗ |
| | Тема 8.2. Основные динамические показатели движения материальной точки и механической системы: количество движения, момент количества движения, кинетический момент, кинетическая энергия. | ЛК, СЗ |
| | Тема 8.3. Несвободное движение материальной точки. Уравнения движения точки по кривой и поверхности. Сферический маятник. | ЛК, СЗ |
| Раздел 9. Движение точки под действием центральной силы. | Тема 9.1. Уравнения движения точки под действием центральной силы. Формула Бинэ. | ЛК, СЗ |
| | Тема 9.2. Движение планет. Закон всемирного тяготения Ньютона. Задача Бертрона. | ЛК, СЗ |
| | Тема 9.3. Задача двух тел. Движение искусственных небесных тел. | ЛК, СЗ |
| Раздел 10. Относительное движение точки. | Тема 10.1. Инерциальная и неинерциальная системы отсчета. Уравнения движения точки в неинерциальной системе отсчета. Силы инерции. Сила притяжения Земли. | ЛК, СЗ |
| | Тема 10.2. Общие теоремы динамики относительного движения точки. | ЛК, СЗ |
| | Тема 10.3. Отклонение падающих тел от вертикали. Маятник Фуко. Задача о брахистохроне. Вариационное исчисление и теория управления. | ЛК, СЗ |
| Раздел 11. Динамика точки переменной массы. | Тема 11.1. Точка переменной массы. Уравнение Мещерского. | ЛК, СЗ |
| | Тема 11.2. Задача управления движением точки с помощью реактивных сил. | ЛК, СЗ |
| | Тема 11.3. Оптимизация и устойчивость систем космической навигации. | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|---|--|---------------------|
| Раздел 12. Динамика механической системы. | Тема 12.1. Масса и момент инерции твердого тела относительно оси. Радиус инерции. Центробежные моменты. Теорема Гюйгенса. Теорема Кёнига. Эллипсоид инерции. Главные оси инерции. | ЛК, СЗ |
| | Тема 12.2. Теоремы об изменении количества движения и о движении центра масс. Теорема о кинетическом моменте механической системы. Теорема о кинетической энергии механической системы. Первые интегралы. | ЛК, СЗ |
| Раздел 13. Динамика твердого тела | Тема 13.1. Поступательное движение твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. | ЛК, СЗ |
| | Тема 13.2. Движение твердого тела около неподвижной точки. Динамические уравнения Эйлера. Движение тяжелого твердого тела с одной неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона. Первые интегралы. Классические случаи интегрируемости уравнений динамики твердого тела с одной неподвижной точкой. Случай Эйлера. Случай Лагранжа. Случай С.В. Ковалевской. | ЛК, СЗ |
| | Тема 13.3. Динамика твердого тела с неподвижной точкой и задачи стабилизации искусственного спутника Земли. | ЛК, СЗ |
| | Тема 13.4. Движение свободного твердого тела. Плоскопараллельное движение твердого тела. | ЛК, СЗ |
| Раздел 14. Принципы механики. | Тема 14.1. Дифференциальные принципы. Принцип Даламбера. Принцип виртуальных перемещений Даламбера-Лагранжа. Принцип Журдена. Принцип Гаусса. | ЛК, СЗ |
| | Тема 14.2. Интегральные принципы. Принцип стационарного действия Гамильтона. Принцип Остроградского. Принцип стационарного действия Лагранжа. Принцип Мопертюи. Принцип стационарного действия Якоби. | ЛК, СЗ |
| | Тема 14.3. Оптико-механическая аналогия. | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|---|---|---------------------|
| Раздел 15. Уравнения движения механической системы. | Тема 15.1. Уравнения движения механической системы в прямоугольных координатах. Множители Лагранжа. Интеграл энергии. Моделирование динамики механических систем со связями. Определение выражений множителей Лагранжа. Стабилизация связей при численном решении уравнений динамики. Исследование динамики математического маятника. | ЛК, СЗ |
| | Тема 15.2. Уравнения движения механической системы в обобщенных координатах. Обобщенные силы. Функция Лагранжа. Циклические координаты. Циклические интегралы. Канонические переменные. Функция Гамильтона. Уравнения движения механической системы в канонической форме. Первые интегралы. | ЛК, СЗ |
| | Тема 15.3. Уравнения Аппеля. | ЛК, СЗ |
| Раздел 16. Интегральные принципы и уравнения динамики механической системы. | Тема 16.1. Вывод уравнений Лагранжа из принципа Гамильтона-Остроградского. | ЛК, СЗ |
| | Тема 16.2. Метод Гамильтона-Якоби. Теорема Якоби о первых интегралах уравнений динамики в канонических переменных. | ЛК, СЗ |
| | Тема 16.3. Применение метода Гамильтона-Якоби для стационарных систем, для систем с циклическими координатами и для систем с разделяющимися переменными. | ЛК, СЗ |
| Раздел 17. Движение механической системы около положения равновесия. | Тема 17.1. Классификация сил. Потенциальные, гироскопические и диссипативные силы. Функция Релея. Уравнения движения механической системы в среде с сопротивлением. | ЛК, СЗ |
| | Тема 17.2. Условия равновесия. Устойчивость положения равновесия. Исследование устойчивости положения равновесия механической системы методом Лагранжа. Теорема Лагранжа-Лежен Дирихле. | ЛК, СЗ |
| | Тема 17.3. Устойчивость положения равновесия механической системы в однородном поле тяжести. Принцип Торричелли. | ЛК, СЗ |

| Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) | Вид учебной работы* |
|---|--|---------------------|
| Раздел 18. Основы теории устойчивости движения. | Тема 18.1. Основные определения теории устойчивости по Ляпунову. | ЛК, СЗ |
| | Тема 18.2. Теоремы А.М. Ляпунова об устойчивости движения. | ЛК, СЗ |
| | Тема 18.3. Устойчивость линейных систем. | ЛК, СЗ |

* - заполняется только по **ОЧНОЙ** форме обучения: ЛК – лекции; ЛР – лабораторные работы; СЗ – семинарские занятия.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 6.1. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Тип аудитории | Оснащение аудитории | Специализированное учебное/лабораторное оборудование, ПО и материалы для освоения дисциплины (при необходимости) |
|--|---|--|
| Лекционная | Аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом специализированной мебели; доской (экраном) и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Семинарская | Аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом специализированной мебели и техническими средствами мультимедиа презентаций. | |
| Для самостоятельной работы обучающихся | Аудитория для самостоятельной работы обучающихся (может использоваться для проведения семинарских занятий и консультаций), оснащенная комплектом специализированной мебели и компьютерами с доступом в ЭИОС. | |

* - аудитория для самостоятельной работы обучающихся указывается **ОБЯЗАТЕЛЬНО!**

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература:

1. Мухарлямов Р.Г. Принципы и уравнения динамики механических систем. Учебное пособие // Р.Г. Мухарлямов. – Ижевск. Изд-во «Принт-2». 2017 – 99 с.
2. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. В 2-х чч. Ч. 1. Кинематика, статика. Динамика материальной точки. Санкт-Петербург. Изд. «Лань». 2021. 468 с.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. В 2-х чч. Ч. 2. Динамика системы материальных точек. Санкт-Петербург. Изд. «Лань». 2021. 336 с.
4. Никифорова В.М., Яблонский А.А. Курс теоретической механики. М. Изд. «Кнорус». 2011. 608 с.

Задачники

5. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике. С.-Петербург. Издательство «Лань». 2019. 448 с. ISBN 978-5-9511-0019-1: Режим доступа: <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>
6. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике. Под общей редакцией А.А. Яблонского. Издательство: КноРус, 2010 г. 367 с.
7. Кирсанов М.Н. Теоретическая механика. Сборник задач: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 430 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-16-010026-5 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/487544>.
8. Пятницкий Е.С. [и др.]. Сборник задач по аналитической механике: учебное пособие. М. Изд. МФТИ. 2018. 572 с.

Дополнительная литература:

9. Мухарлямов Р.Г., Киргизбаев Ж.К. Управление программным движением и обратные задачи динамики систем переменной массы. 2020. М. Изд. РУДН. 208 с.
10. Полак Л.С. Вариационные принципы механики. М. Гос. изд-во физико-математической литературы. 1959.– 602 с.

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты университета имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>
- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru
- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС «Троицкий мост»

2. Базы данных и поисковые системы:

- электронный фонд правовой и нормативно-технической документации
<http://docs.cntd.ru/>

- поисковая система Яндекс <https://www.yandex.ru/>

- поисковая система Google <https://www.google.ru/>

- реферативная база данных SCOPUS

<http://www.elsevierscience.ru/products/scopus/>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся при освоении дисциплины/модуля:*

З.П. Козлова, А.В. Паншина, Г. М. Розенблат. Теоретическая механика в решениях задач из сборника И.В. Мещерского: Динамика материальной точки / Под ред. Г.М. Розенבלата. – М.: URSS, 2021. –312 с.

З.П. Козлова, А.В. Паншина, Г. М. Розенблат. Теоретическая механика в решениях задач из сборника И.В. Мещерского: Динамика материальной системы: Учебное пособие / Под ред. Г.М. Розенבלата. – М.: М.: URSS, 2021. – 432 с.

Кирсанов Михаил Николаевич. Maple и MapleT. Решения задач механики [Текст/электронный ресурс]: Учебное пособие / М.Н. Кирсанов. - Электронные текстовые данные. - СПб.: Лань, 2016. - 512 с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-1271-6: 1171.50.
Режим доступа: <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>

Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. В 2-х тт. Т. 1. Статика и кинематика. С.-Петербург. Изда-тельство «Лань». 2010. 672 с.

Т.К.Гадельшин, Г.И.Норицина, В.К.Петров, Х.Х.Азметов. Теоретическая механика. Разделы «Статика», «Кинематика», «Динамика»: учебно-методическое пособие. / , под редакцией д.ф.-м.н., проф. Бондаря В.С. – М.: МГТУ «МАМИ», 2011. – 114 с. (http://mospolytech.ru/storage/files/kaf/teormech/tm/zaoch_skd.pdf).

Курс лекций по дисциплине «Теоретическая механика».

Методические указания по выполнению и оформлению расчетных работ по дисциплине «Теоретическая механика».

Учебники и учебные пособия на английском языке

Jaume Llibre, Rafael Ramirez. Inverse Problems of Ordinary Differential Equations and Applications. Springer International Publishing Switzerland. 2016. 266 p.

* - все учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся размещаются в соответствии с действующим порядком на странице дисциплины **в ТУИС!**

8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Оценочные материалы и балльно-рейтинговая система* оценивания уровня сформированности компетенций (части компетенций) по итогам освоения дисциплины «Теоретическая механика» представлены в Приложении к настоящей Рабочей программе дисциплины.

* - ОМ и БРС формируются на основании требований соответствующего локального нормативного акта РУДН.

РАЗРАБОТЧИК:

| | | |
|-----------------|---|-----------------|
| Профессор, ИФИТ |  | Мухарлямов Р.Г. |
| Должность, БУП | Подпись | Фамилия И.О. |

РУКОВОДИТЕЛЬ БУП:

| | | |
|------------------|--|--------------|
| Директор ИФИТ |  | Лоза О.Т. |
| Наименование БУП | Подпись | Фамилия И.О. |

РУКОВОДИТЕЛЬ ОП ВО:

| | | |
|----------------|---|--------------|
| Директор ИФИТ |  | Лоза О.Т. |
| Должность, БУП | Подпись | Фамилия И.О. |