

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

Естественнонаучный институт
Кафедра теоретической механики

Утверждено на заседании кафедры
теоретической механики

«11» января 2021 г., протокол № 4/1

Заведующий кафедрой

 В.Д. Кухарь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
«Теоретическая механика»

**основной профессиональной образовательной программы
высшего образования – программы специалитета**

по специальности

23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства

со специализацией

**Подъёмно-транспортные, строительные,
дорожные машины и оборудование**

Форма(ы) обучения: *очная*

Идентификационный номер образовательной программы: 230501-01-21

Тула 2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

Бертяев В.Д., профессор, к.т.н, профессор ТулГУ

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

СОДЕРЖАНИЕ

1	Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)	4
2	Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП	4
3	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).....	4
4	Объем и содержание дисциплины (модуля)	5
4.1	Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	5
4.2	Содержание лекционных занятий	5
4.3	Содержание практических (семинарских) занятий	8
4.4	Содержание лабораторных работ	9
4.5	Содержание клинических практических занятий	9
4.6	Содержание самостоятельной работы обучающегося	9
5	Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося	10
6	Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	11
7	Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	11
7.1	Основная литература	11
7.2	Дополнительная литература.....	11
8	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)	11
9	Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)	12
9.1	Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства	12
9.2	Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.....	12

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются изучение фундаментальных понятий механики и их приложения к современным задачам.

Задачами освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются:

- глубокое изучение теории механического движения,
- приобретение навыков в решении задач,
- приобретение умений использовать алгоритмы решения современных задач курса при одновременном построении соответствующей физической модели рассматриваемого процесса.

2 Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к обязательной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина «Теоретическая механика» изучается во 2 и 3 семестрах

3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

Знать:

1. основные понятия и законы механики, их следствия, порядок применения теоретического аппарата механики в важнейших практических приложениях (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.1*);
2. основные модели теоретической механики, идеологию моделирования технических систем и принципы построения математических моделей механических систем (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.1*);
3. основные методы и типовые алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.1*).

Уметь:

1. записывать, используя различные методы, уравнения, описывающие поведение механических систем, учитывая при этом размерности механических величин и их математическую природу (скаляры, векторы, линейные операторы) (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.2*);
2. объяснять характер поведения механических систем, применяя теоремы механики и их следствия (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.2*);
3. применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.2*).

Владеть:

1. записи, используя различные методы, уравнений, описывающих поведение механических систем, учитывая при этом размерности механических величин и их математическую природу (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.3*);
2. объяснения характера поведения механических систем, применяя теоремы механики и их следствия (*код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.3*);

3. применения основных методов исследования равновесия и движения механических систем, а также типовых алгоритмов таких исследований при решении конкретных задач (код компетенции ОПК-1, код индикатора ОПК-1.3).

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

4 Объем и содержание дисциплины (модуля)

4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

№ семестра	Формы промежу-й ат-и	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в акад. часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в акаде. час.
				Лекци. занятия	Практ.. занятия	Лаб. работы	Клини. практи. занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения*										
2	ЗЧ, КР	4	144	32	32	–	–	1	0,35	78,65
3	Э, КР	3	108	16	16	–	–	3	0,50	72,50
Итого	–	7	252	48	48	–	–	4	0,85	151,15

4.2 Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
<i>Семестр 2</i>	
1.	Введение в механику. Предмет теоретической механики и содержание ее разделов. Основные исторические этапы развития механики. Основные понятия механики (абсолютно твердое тело, система сил, равнодействующая и т.д.). Пространство, время, системы отсчета в классической механике.
2.	Кинематика. Предмет кинематики и ее задачи. Кинематика точки. Векторный и координатный способы задания движения точки. Закон движения, траектория, скорость и ускорение точки в декартовых координатах. Кинематика точки в естественных осях. Естественный трехгранник Френе. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения. Частные случаи движения точки. Полярные координаты. Движение точки в полярных координатах. Скорость и ускорение точки в полярных координатах.
3.	Кинематика твердого тела. Простейшие движения твердого тела. Основная теорема поступательного движения. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение. Частные случаи вращения твердого тела. Скорость и ускорение точек вращающегося твердого тела. Векторные выражения угловых и линейных характеристик вращательного движения твердого тела.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4.	Плоскопараллельное движение твердого тела. Уравнения движения плоской фигуры. Независимость угловой скорости и углового ускорения плоской фигуры от выбора полюса. Теорема о сложении скоростей точек плоской фигуры и ее следствие. Мгновенный центр скоростей, способы его нахождения. Мгновенный центр вращения. Теорема о сложении ускорений точек плоской фигуры.
5.	Движение твердого тела вокруг неподвижной точки. Углы Эйлера. Уравнения движения. Теорема Эйлера-Даламбера. Мгновенная ось вращения. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела. Формулы Пуассона. Теорема Эйлера о поле скоростей движущегося твердого тела. Поле скоростей и ускорений тела с одной неподвижной точкой. Общий случай движения свободного твердого тела. Уравнения движения. Теорема о скоростях точек свободного твердого тела и ее следствия. Независимость векторов угловой скорости и углового ускорения тела от выбора полюса. Теорема об ускорениях точек свободного твердого тела.
6.	Сложное движение точки. Абсолютное, относительное и переносное движения. Связь абсолютной и относительной производных вектора. Теорема о сложении скоростей в относительном движении. Теорема о сложении ускорений в относительном движении. Ускорение Кориолиса. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений твердого тела. Сложение вращений твердого тела вокруг пересекающихся и параллельных осей. Пара вращений. Кинематические формулы Эйлера. Кинематический винт.
7.	Статика. Основные понятия и определения. Аксиомы механики. Связи и реакции связей. Принцип освобождения от связей. Заданные силы и реакции связей. Основные типы связей. Внутренние и внешние силы. Момент силы относительно точки и оси. Векторное представление момента силы относительно точки. Моменты силы относительно координатных осей.
8.	Силы. Различные системы сил. Методы приведения систем сил к простейшему виду. Условия равновесия систем сил. Сходящаяся система сил. Условия равновесия сходящейся системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Сложение двух параллельных сил. Пара сил и ее момент. Свойства пар сил. Эквивалентность пар сил. Сложение пар сил. Условия равновесия пар сил.
9.	Приведение произвольной системы сил к центру. Главный вектор и главный момент системы сил. Условия равновесия произвольной системы сил. Зависимость главного момента от центра приведения. Инварианты приведения. Понятие эквивалентности систем сил, действующих на твердое тело. Частные случаи приведения произвольной системы сил к простейшему виду. Произвольная плоская система сил. Условия равновесия плоской системы в различных формах.
10.	Статически определимые и неопределимые системы. Равновесие системы тел. Задачи о равновесии одного тела и системы тел. Примеры решения задач.
11.	Распределенные силы. Приведение распределенных сил к равнодействующей. Центр параллельных сил и центр тяжести твердого тела. Центр тяжести объема, площади, линии. Методы определения центров тяжести тел.
12.	Сухое трение – закон Кулона. Трение скольжения. Трение качения. Равновесие тел с учетом сил трения

№ п/п	Темы лекционных занятий
13.	Законы механики Галилея-Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Дифференциальные уравнения движения материальной точки в декартовых и естественных осях. Две основные задачи динамики материальной точки. Решение прямой задачи динамики. Решение второй (обратной) задачи динамики точки. Начальные условия движения. Задача Коши.
14.	Динамика несвободной материальной точки. Нормальная реакция, касательная реакция (сила трения). Реакция идеальной связи. Движение точки по поверхности и кривой. Уравнения Лагранжа первого рода, определение реакций. Определение реакции как функции от положения точки на кривой в консервативном случае. Неудерживающие связи. Условия схода с неудерживающей связи.
15.	Динамика материальной точки в неинерциальной системе координат. Движение точки по отношению к неинерциальной системе отсчёта. Дифференциальные уравнения относительного движения точки. Переносная и кориолисова силы инерции. Принцип относительности Галилея и следствия из него.
16.	Основные понятия динамики системы материальных точек: центр масс, момент инерции, импульс, кинетический момент, кинетическая энергия. Оси Кёнига. Формулы Кёнига. Момент инерции относительно центра и оси. Теорема Гюйгенса-Штейнера. Тензор инерции и его свойства. Главные оси инерции. Эллипсоид инерции. Вычисление кинетического момента и кинетической энергии твердого тела с неподвижной точкой.
<i>Семестр 3</i>	
1	Теорема об изменении количества движения (импульса) для систем со связями. Движение центра масс. Закон сохранения импульса. Поступательное движение твердого тела.
2	Теорема об изменении кинетического момента для систем со связями. Закон сохранения кинетического момента. Вращение твёрдого тела вокруг неподвижной оси. Теорема об изменении кинетического момента в относительном движении по отношению к центру масс для систем со связями. Законы сохранения
3	Теорема об изменении кинетической энергии для систем со связями в дифференциальных и интегральной формах. Работа сил. Мощность сил. Потенциальные силы. Силовая функция и потенциальная энергия. Свойства силовой функции. Закон изменения полной механической энергии. Законы сохранения.
4	Теоремы Кенига об изменении кинетического момента и кинетической энергии системы для систем со связями. Динамика твёрдого тела. Дифференциальные уравнения плоскопараллельного движения твердого тела.
5	Динамика твёрдого тела. Твёрдое тело с неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона и случаи интегрируемости Эйлера, Лагранжа и Ковалевской. Уравнения движения свободного твёрдого тела.
6	Учение о связях. Аналитическая статика. Учение о связях. Голономные (геометрические) связи, обобщенные координаты, число степеней свободы системы. Неголономные (неинтегрируемые) связи. Стационарные связи. Виртуальные и действительные перемещения. Элементарная работа. Обобщенные силы. Идеальные связи. Идеальность связей, в твердом теле. Аналитическая статика. Принцип виртуальных перемещений. Условия равновесия твердого тела. Условия равновесия для систем с потенциальными силами.

№ п/п	Темы лекционных занятий
7	Элементы аналитической механики. Принцип Даламбера-Лагранжа в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода. Случай потенциальных сил, лагранжиан. Первые интегралы уравнений Лагранжа: обобщенный интеграл энергии (интеграл Якоби), циклические координаты и циклические интегралы.
8	Основы теории линейных колебаний. Линеаризация уравнений Лагранжа в окрестности равновесия. Классификация колебаний. Биекции. Фазовая плоскость и фазовый портрет. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные, затухающие и вынужденные колебания.

4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
<i>Семестр 2</i>	
1	Кинематика точки. Определение скорости и ускорения точки
2	Поступательное движение твердого тела. Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси
3	Плоское движение тела. Скорости точек твердого тела.
4	Плоское движение тела. Ускорения точек твердого тела
5	Кинематика плоских шарнирных механизмов
6	Сферическое движение твёрдого тела. Скорости точек тела. Ускорения точек тела
7	Кинематика относительного движения точки
8	Равновесие одного тела (Произвольная плоская система сил)
9	Фермы. Равновесие ферм. Методы расчета ферм
10	Равновесие одного тела (Произвольная система сил)
11	Равновесие систем тел (Произвольная плоская система сил)
12	Равновесие тел с учетом силы трения.
13	Динамика свободной материальной точки
14	Динамика несвободной материальной точки
15	Смешанные задачи динамики материальной точки
16	Смешанные задачи динамики материальной точки
<i>Семестр 3</i>	
1	Теорема о движении центра масс и об изменении количества движения
2	Теорема об изменении кинетического момента
3	Теорема об изменении кинетической энергии
4	Теорема об изменении полной механической энергии
5	Динамика плоского движения твердого тела. Смешанные задачи
6	Принцип возможных перемещений
7	Уравнения Лагранжа 2-го рода
8	Колебания систем с 1-ой степенью свободы

4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной ПрОП.

4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной ПрОП.

4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<i>Семестр 2</i>	
1	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
2	Работа с программами–тренажерами по кинематике и статике и динамике
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
<i>Семестр 3</i>	
1	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
2	Работа с программами–тренажерами по динамике системы
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение

5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
2 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных и практических занятий	5
		Работа на практических занятиях	10
		Выполнение и защита домашних заданий	10
		Работа с программами–тренажерами	5
		ИТОГО	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных и практических занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение и защита домашних заданий	10
		Работа с программами–тренажерами	10
		ИТОГО	30
Промежуточная аттестация		Зачет	40 (100*)
		Защита КР	100
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости		Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных и практических занятий	10
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение и защита домашних заданий	25
		Работа с программами–тренажерами	20
		ИТОГО	60
Промежуточная аттестация		Экзамен	40 (100*)
		Защита КР	100

*) в случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости.

Шкала соответствия оценок в 100–балльной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
100–балльная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита КП, защита КР)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) может потребоваться

- аудитория, оснащенная видеопроектором, настенным экраном и персональным компьютером с сенсорным монитором (технология Wacom) или активной электронной доской – при проведении лекционных и практических занятий;
- компьютерный класс – при проведении практических и самостоятельных занятий.

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература

1. Бертяев В.Д. Теоретическая механика электронный интерактивный курс: Учеб. Пособие – Тула: Изд-во ТулГУ, 2015. – 396с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
2. Курс теоретической механики: учебник для вузов/ В.И. Дронг, В.В. Дубинин, М.М. Ильин [и др.]; под ред. К.С. Колесникова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 736 с. (Механика в техническом университете, т.1) 121 экз.
3. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учеб. пособие для вузов. / под ред.: Пальмова, Д.Р. Меркина, 50-е изд. стер. – СПб. и др. Лань, 2010. -448 с. 366 экз.
4. Курсовые работы по теоретической механике с использованием Mathcad: учебное пособие. / В.Д. Бертяев и др., Издание 2 - е, перераб. и доп Тула, изд-во ТулГУ, 2015, 320с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>

7.2 Дополнительная литература

1. Бутенин Н. В. Курс теоретической механики: в 2-х т.: учебник для вузов/ Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. – СПб: Лань. 2004.-736 с. 78 экз.
2. Краткий курс теоретической механики: учебник для вузов / В.Д Бертяев и др. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 198 с. 100 экз.
3. Бертяев В.Д. Теоретическая механика на базе Mathcad: практикум: учеб. пособие для вузов. СПб.: БХВ – Петербург, 2005. -752 с.: ил. 487 экз.
4. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (Сборник задач): учебное пособие / В.Д. Бертяев и др., ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 564 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
5. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (тесты по статике и кинематике): учебное пособие / Бертяев В.Д Латышев В.И., Митяев А.Г. ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 563 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
6. Учебно-методический комплекс по теоретической механике (тесты по динамике и аналитической механике): учебное пособие / Бертяев В.Д Латышев В.И., Митяев А.Г. ТулГУ. Тула: Изд-во ТулГУ, 2005. 750 с.: ил. <https://tsutula.bibliotech.ru/>
7. ЭВМ в курсе теоретической механики. Применение вычислительной техники в учебном процессе: учебное пособие. / В.Д. Бертяев и др., Тула, ТулГУ, 2005, 236с. <https://tsutula.bibliotech.ru/>

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. [Вестник Российской академии наук](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
2. [Журнал «Прикладная математика и механика»](http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp). http://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp

3. [Электронный читальный зал "БИБЛИОТЕХ"](https://tsutula.bibliotech.ru/) <https://tsutula.bibliotech.ru/>

4. [Научная библиотека](http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm) ТулГУ: <http://library.tsu.tula.ru/news/news.htm>

9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- Пакеты прикладных программ Mathcad (S-Math Studio, Maple, Mat LAB, Mathematica или аналоги), MS Office.
- Программы–тренажеры по статике, кинематике, динамике, программа для проведения тестирования.

9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются