

МИНОБРНАУКИ РОССИИ


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

**Естественнонаучный институт
Кафедра теоретической механики**

Утверждено на заседании кафедры
теоретической механики

« 13 » января 2020г. протокол
№4/1

Зав. кафедрой теоретической механики

 В.Д. Кухарь

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретическая механика»

МОДУЛЯ

**«Теоретическая механика 1. Кинематика. Статика»,
«Теоретическая механика 2. Динамика. Аналитическая механика»**

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

по направлению подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
с направленностью (профилем)
Мехатроника

Квалификация (степень) выпускника – прикладной бакалавр

Форма обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 150306-01-20

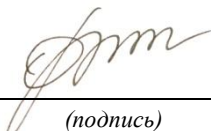
Тула 2020

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ
рабочей программы дисциплины (модуля)

Разработчик(и):

Ткач О.А., доцент, к.т.н., доцент

(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)


(подпись)

Содержание

1 Цели и задачи освоения дисциплины (модуля).....	4
2 Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП ВПО.....	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	6
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	9
6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	10
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 дисциплины (модуля)

«Теоретическая механика» является изучение общих законов механики, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом взаимодействия между телами, а также овладение основными алгоритмами исследования равновесия и движения механических систем. На данной основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. Помимо этого, при изучении теоретической механики вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения систем твёрдых тел.

Задачами освоения дисциплины «Теоретическая механика» являются

- изучение механической компоненты современной естественнонаучной картины мира, понятий и законов теоретической механики;
- овладение методами решения научно-технических задач в области механики, основными алгоритмами математического моделирования механических явлений;
- формирование устойчивых навыков по применению фундаментальных положений теоретической механики при научном анализе ситуаций, с которыми инженеру приходится сталкиваться в ходе создания новой техники и новых технологий;
- ознакомление студентов с историей и логикой развития теоретической механики.

2. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре ООП ВО

2.1. Теоретическая механика (Статика. Кинематика - Теоретическая механика 1), (Динамика. Аналитическая механика – Теоретическая механика - 2) относится к базовой части блока Б1.

2.2. Для успешного освоения теоретической механики необходимо владение знаниями, умениями и навыками, сформированными предшествующими дисциплинами ООП:

- Математика;
- Физика;

2.3. Знания, умения и навыки, сформированные при изучении теоретической механики, необходимы для успешного освоения последующих дисциплин (модулей):

- Сопротивление материалов;
- Прикладная механика;
- Теория машин и механизмов;
- Детали машин и основы конструирования;
- Статистическая динамика;
- Основы мехатроники и робототехники;
- Проектирование мехатронных систем.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВПО и ООП ВПО по данному направлению подготовки:

общекультурных (ОК):

- способность к самоорганизации и самообразованию (ОК-7)

профессиональных (ПК):

- способность производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием (ПК-11).

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

1. основные понятия и законы механики, их следствия, порядок применения теоретического аппарата механики в важнейших практических приложениях (ПК-11);
2. основные методы и типовые алгоритмы исследования равновесия и движения механических систем (ПК-11);
3. основные модели теоретической механики и принципы составления и исследования математических моделей механических систем (ПК-11).

Уметь:

1. применять основные законы теоретической механики для решения классических и современных технических задач (ПК-11);
2. применять основные методы исследования равновесия и движения механических систем, а также типовые алгоритмы такого исследования при решении конкретных задач (ПК-11);
3. составлять и исследовать математические и механические модели технических систем (ПК-11).

Владеть:

1. применения основных законов теоретической механики для решения классических и современных технических задач (ПК-11);
2. применения основных методов исследования равновесия и движения механических систем, а также типовых алгоритмов таких исследований при решении конкретных задач (ПК-11);
3. составления и исследования математических и механических моделей технических систем (ПК-11).

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	3	108	16	32	–	–	0	0.1	59.9
3	КР, Э	3	108	32	16	–	–	3	0.5	56.5

№ 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 акад. час.
				Лекци. занятия	Практ. занятия	Лаб. работы	Клини. практи. занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Итого	–	6	216	48	48	–	–	3	0.6	116.4

4.2. Содержание лекционных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы лекционных занятий
Семестр 2 Кинематика. Статика / Теоретическая механика - 1	
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.).
2.	Кинематика. Предмет кинематики и ее задачи. Пространство, время, системы отсчета в классической механике. 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.
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 дви-

№ п/п	Темы лекционных занятий
	<p>жении. Теорема о сложении ускорений в относительном движении. Ускорение Кориолиса.</p> <p>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.</p>
7.	<p>Статика.</p> <p>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.</p>
8.	<p>Силы. Различные системы сил. Методы приведения систем сил к простейшему виду. Условия равновесия систем сил.</p> <p>Момент силы относительно точки и оси. Векторное представление момента силы относительно точки. Моменты силы относительно координатных осей.</p> <p>Сходящаяся система сил. Условия равновесия сходящейся системы сил. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей.</p> <p>Сложение двух параллельных сил. Пара сил и ее момент. Свойства пар сил. Эквивалентность пар сил. Сложение пар сил. Условия равновесия пар сил.</p>
9.	<p>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.</p>
10.	<p>Статически определимые и неопределимые системы. Равновесие системы тел. Задачи о равновесии одного тела и системы тел.</p>
11.	<p>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.</p> <p>Сухое трение – закон Кулона. Трение скольжения. Трение качения. Равновесие тел с учетом сил трения.</p>
<i>Семестр 3 Динамика. Аналитическая механика / Теоретическая механика - 2</i>	
12.	<p>Динамика свободной материальной точки.</p> <p>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.</p>
13.	<p>Динамика несвободной материальной точки</p> <p>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.</p>
14.	<p>Динамика материальной точки в неинерциальной системе координат</p> <p>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.</p>
15.	<p>Общие теоремы динамики для систем точек с идеальными связями</p> <p>Основные понятия динамики системы материальных точек: центр масс, момент инерции, импульс, кинетический момент, кинетическая энергия. Оси Кёнига. Форму-</p>

№ п/п	Темы лекционных занятий
	лы 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.
16	Теорема об изменении кинетической энергии для систем со связями. Работа сил. Потенциальные силы. Закон сохранения энергии.
17	Теоремы Кенига об изменении кинетического момента и кинетической энергии системы для систем со связями.
18	Динамика твёрдого тела Плоское движение твердого тела. Твёрдое тело с неподвижной точкой. Уравнения Эйлера-Пуассона и случаи интегрируемости Эйлера, Лагранжа и Ковалевской. Уравнения движения свободного твёрдого тела.
18	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. Неголономность конька Чаплыгина.
19	Аналитическая статика. Принцип виртуальных перемещений. Условия равновесия твердого тела. Условия равновесия для систем с потенциальными силами. Принцип Торричелли.
20	Элементы аналитической механики Принцип Даламбера-Лагранжа в обобщенных координатах. Уравнения Лагранжа второго рода. Разрешимость уравнений Лагранжа относительно старших производных. Обобщенные силы. Случай потенциальных сил, лагранжиан. Первые интегралы уравнений Лагранжа: обобщенный интеграл энергии (интеграл Якоби), циклические координаты и циклические интегралы.
21	Неголономные системы. Уравнения Лагранжа-Рауса с неопределенными множителями. Уравнения движения неголономных систем в форме Аппеля. Неголономные системы Чаплыгина. Уравнения Чаплыгина. Конек Чаплыгина на наклонной плоскости.
22	Основы теории линейных колебаний. Линеаризация уравнений Лагранжа в окрестности равновесия. Классификация колебаний. Биения. Фазовая плоскость и фазовый портрет. Колебания систем с одной степенью свободы. Свободные, затухающие и вынужденные колебания. Колебания систем с двумя степенями свободы. Свободные и вынужденные колебания. Параметрические колебания. Автоколебания.

4.3. Содержание практических (семинарских) занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
Семестр 2 Кинематика. Статика / Теоретическая механика - 1	
1	Кинематика точки. Определение скорости и ускорения точки

№ п/п	Темы практических (семинарских) занятий
2	Поступательное движение твердого тела.
3	Вращательное движение твёрдого тела вокруг неподвижной оси
4	Плоское движение тела. Скорости точек твердого тела.
5	Плоское движение тела. Ускорения точек твердого тела
6	Сферическое движение твёрдого тела. Скорости точек тела.
7	Сферическое движение твёрдого тела. Ускорения точек тела
8	Кинематика относительного движения точки
9	Равновесие одного тела (Произвольная плоская система сил)
10	Равновесие систем тел (Произвольная плоская система сил)
11	Равновесие одного тела (Произвольная пространственная система сил)
Семестр 3 Динамика. Аналитическая механика / Теоретическая механика - 2	
1	Динамика свободной и несвободной материальной точки
2	Теорема о движении центра масс
3	Теорема об изменении количества движения механической системы
4	Теорема об изменении кинетического момента механической системы
5	Теорема об изменении кинетической энергии механической системы
6	Принцип Даламбера
7	Принцип возможных перемещений
8	Общее уравнение динамики
9	Уравнение Лагранжа 2-го рода. Системы с 1-й степенью свободы
10	Смешанные задачи

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
Семестр 2 Кинематика. Статика / Теоретическая механика - 1	
1	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
2	Самостоятельная работа по кинематике и статике
3	Работа с программами–тренажерами по кинематике и статике
4	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
5	Подготовка к промежуточной аттестации и ее прохождение
Семестр 3 Динамика. Аналитическая механика / Теоретическая механика - 2	
1	Решение и защита домашних и индивидуальных задач
2	Работа с программами–тренажерами по динамике
3	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям
4	Выполнение курсовой работы

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
5	Подготовка к защите курсовой работы
6	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	5
		Выполнение и защита самостоятельной работы	5
		ИТОГО	30
	Промежуточная аттестация		Зачет
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных и практических занятий	5
		Работа на практических занятиях	5
		Выполнение и защита домашних заданий	5
		Выполнение и защита самостоятельной работы	10
		Работа с программами–тренажерами	10
		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	5
		Выполнение КР	5
		ИТОГО	30
Промежуточная аттестация		Экзамен Защита курсовой работы	40 (100*) 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