

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ



Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

____ О.Г. Прохоренко

«05» июля ____ 2023 __ г.

Регистрационный № УД – _1475/6.

Теоретическая механика

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

6-05-0533-13 Механика и математическое моделирование

2023 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 6-05-0533-13-2023 учебных планов № 6-5.4-61/01 от 15.05.2023 г., № 6-5.4-62/01 от 15.05.2023 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

М.А. Журавков, профессор кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор;

Д.Г. Медведев, профессор кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, доктор педагогических наук, профессор;

Н.А. Докукова, доцент кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Ю.В. Василевич, профессор кафедры теоретической механики и механики материалов машиностроительного факультета Белорусского национального технического университета, доктор физико-математических наук, профессор;

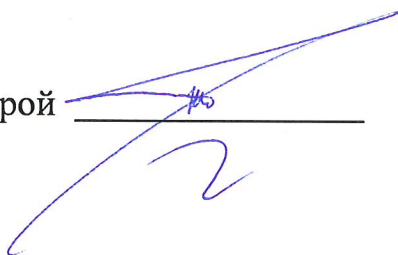
В.В. Видякин, директор Научно-производственного общества с ограниченной ответственностью «ГЕОСПЛАЙН», кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
механико-математического факультета БГУ
(протокол № 10 от 19.05.2023)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 29.06.2023)

Заведующий кафедрой



М.А. Журавков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Теоретическая механика» – естественнонаучная дисциплина, лежащая в основе современных знаний по проектированию сложных технических устройств, роботов, роботов-манипуляторов, автомобильной техники, летательных аппаратов, аппаратов, перемещающихся в жидких средах, измерительных приборов, приборов неразрушающего контроля и многих других конструкций. Теоретическая механика как учебный курс является основой для создания многих прикладных направлений, получивших большое развитие. Это механика жидкости и газа, механика деформируемого твердого тела, теория колебаний, динамика и прочность машин, теория гироскопов, теория управления, теория полета, навигация и др.

Изучение дисциплины способствует формированию системы фундаментальных знаний, позволяющей студенту научно анализировать проблемы его профессиональной области, использовать на практике приобретенные им базовые знания, самостоятельно – используя современные образовательные и информационные технологии – овладевать новыми программными продуктами, с которыми ему придется столкнуться в производственной и научной деятельности.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины является: изучение общих законов, которым подчиняются движение и равновесие материальных тел и возникающие при этом силовые взаимодействия между телами. На этой основе становится возможным построение и исследование механико-математических моделей, адекватно описывающих разнообразные механические явления. При изучении дисциплины вырабатываются навыки практического использования методов, предназначенных для математического моделирования движения систем твёрдых тел.

Задачами дисциплины являются: формирование у студентов представления о предмете теоретической механики, возможностях её аппарата и границах применимости её моделей.

Место учебной дисциплины. В системе подготовки специалиста с высшим образованием учебная дисциплина «Теоретическая механика» относится к модулю «Теоретическая механика» государственного компонента.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по дисциплинам: «Математический анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения

математической физики», «Алгебра», «Аналитическая геометрия», «Методы программирования».

Изучение дисциплины «Теоретическая механика» необходимо для дальнейшего изучения таких дисциплин, как: «Основы механики сплошных сред», «Сопротивление материалов и основы строительной механики», «Теория упругости», «Механика жидкости и газа».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Теоретическая механика» должно обеспечить формирование следующих **базовых профессиональных компетенций**:

БПК-1. Применять основные законы и методы естественнонаучных дисциплин для решения теоретических и практических задач в профессиональной деятельности;

БПК-8. Использовать основные аналитические и численные методы теоретической механики, механики сплошных сред, сопротивления материалов к исследованию механических процессов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать: основы государственного компонента и компонента учреждения высшего образования модулей «Основы управления интеллектуальной собственностью», «Основы анализа», «Физика», «Дифференциальные уравнения», «Механика сплошных сред», «Алгебра и геометрия».

уметь: использовать междисциплинарные системные связи наук, самостоятельно выделять и решать основные методологические естественнонаучные проблемы с целью получения точных решений технических задач.

владеть: выбором наиболее актуальных направлений научных исследований, возможностью определения наиболее целесообразной постановки задач исследований и нахождения их наиболее эффективных способов решения, самостоятельного приобретения и использования в практической деятельности новых знаний и умений, в том числе в новых областях, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во 2, 3 и 4 семестрах. Всего на изучение учебной дисциплины «Теоретическая механика» отведено:

– в очной форме получения высшего образования: 430 часов, в том числе 238 аудиторных часов, из них: лекции – 78 часов, практические занятия – 128 часов, семинарские занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 18 часов.

– 2 семестр – всего 90 часов, в том числе 34 аудиторных часа, из них: лекции – 16 часов, семинарские занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудовое количество учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачёт.

– 3 семестр – всего 140 часов, в том числе 84 аудиторных часа, из них: лекции – 30 часов, практические занятия – 48 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудовое количество учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачёт и экзамен.

– 4 семестр – всего 200 часов, в том числе 120 аудиторных часов, из них: лекции – 32 часа, практические занятия – 80 часов, управляемая самостоятельная работа – 8 часов.

Трудовое количество учебной дисциплины составляет 4 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – зачёт и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Статика.

Тема 1.1. Предмет теоретической механики.

Предмет теоретической механики, ее место в системе естественных наук. Краткий исторический очерк развития механики, основные разделы механики и направления ее развития. Кафедры механики в Белгосуниверситете. Основные научные интересы преподавателей кафедр. Механика и ее разделы в учебном плане по механике высшего учебного заведения.

Тема 1.2. Векторы и действия над ними.

Векторы, классификация векторов, проекция вектора на ось и на плоскость. Действия над векторами, скалярное и векторное произведение, их свойства. Дифференцирование вектора по скалярному аргументу.

Тема 1.3. Основные понятия и аксиомы статики.

Несвободное твердое тело. Аксиома связей. Виды связей и их реакции. Основные задачи статики. Трение т связи с трением. Трение скольжения. Законы Кулона. Конус и угол трения. Трение качения.

Тема 1.4. Моменты сил.

Определение момента силы относительно центра. Момент силы относительно оси, корректность определения. Теорема Вариньона. Вычисление моментов вектора относительно осей.

Тема 1.5. Основные теоремы о пространственном равновесии системы сил.

Условия равновесия произвольной пространственной системы сил. Теорема о трех силах.

Тема 1.6. Эквивалентные замены для равновесия плоских систем сил.

Частные случаи систем сил и их условия равновесия. Система сходящихся сил, плоская система сил. Пара сил, момент пары. Эквивалентные формы условий равновесия для плоской системы сил. Статически определимые и статически неопределимые системы. Общий план решения задач статики.

Тема 1.7. Определение координат центров тяжести фигур и сечений.

Система двух параллельных и антипараллельных сил. Пара сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести и методы его определения: метод симметрии, метод группировки, метод отрицательных масс.

Тема 1.8. Динамический винт.

Элементы и инварианты приведения. Динамический винт, центральная винтовая ось. Приведение системы к двум силам. Общие выводы, случаи приведения.

Раздел 2. Кинематика точки и твердого тела

Тема 2.1. Кинематика точки.

Введение в кинематику. Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки.

Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Оси естественного трехгранника.

Числовое значение скорости. Касательное и нормальное ускорения точки.

Скорость и ускорение точки в полярных координатах.

Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения.

Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения.

Некоторые частные случаи движения точки. Прямолинейное движение, равномерное прямолинейное, равномерное криволинейное, равнопеременное криволинейное движение, гармонические колебания.

Тема 2.2. Поступательное и вращательное движения твердого тела.

Поступательное движение точки.

Вращательное движение твердого тела вокруг оси. Угловая скорость и угловое ускорение.

Поступательное и вращательное движения твердого тела. Равномерное и равнопеременное вращения.

Скорости и ускорения точек вращающегося тела.

Тема 2.3. Плоскопараллельное движение твердого тела.

Уравнения плоскопараллельного движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение траекторий точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение ускорений точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Мгновенный центр ускорений.

Тема 2.4. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела.

Движение твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Теорема Эйлера-Даламбера.

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек тела.

Общий случай движения свободного твердого тела.

Тема 2.5. Сложное движение точки.

Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения.

Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей.

Сложное движение точки. Теорема о сложении ускорений, теорема Кориолиса.

Тема 2.6. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.

Цилиндрические зубчатые передачи.

Сложение поступательного и вращательного движений.

Винтовое движение

Раздел 3. Динамика точки

Тема 3.1. Введение в динамику. Законы динамики.

Основные понятия и определения

Законы динамики. Задачи динамики материальной точки

Основные виды сил.

Тема 3.2. Дифференциальные уравнения движения точки.

Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Прямолинейное, криволинейное движения точки.

Решение первой задачи динамики, определение сил по заданному движению.

Решение основной задачи динамики при прямолинейном движении точки.

Решение основной задачи динамики при криволинейном движении точки.

Тема 3.3. Общие теоремы динамики точки.

Количество движения точки. Импульс силы.

Теорема об изменении количества движения точки.

Теорема об изменении момента количества движения точки, теорема моментов.

Работа силы. Мощность.

Примеры вычисления работы.

Теорема об изменении кинетической энергии точки.

Тема 3.4. Движение точки в поле центральных сил.

Движение под действием центральной силы. Второй закон Кеплера, закон площадей. Законы Кеплера.

Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Задача Ньютона. Уравнение Кеплера.

Искусственные спутники Земли. Баллистические траектории.

Тема 3.5. Несвободное и относительное движения точки.

Несвободное движение точки.

Относительное движение точки.

Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел.

Отклонение падающей точки от вертикали вследствие вращения Земли.

Маятник Фуко.

Тема 3.6. Прямолинейные колебания точки.

Свободные колебания без учета сил сопротивления

Свободные колебания при вязком сопротивлении.

Затухающие колебания.

Вынужденные колебания. Резонанс.

Раздел 4. Динамика системы и твердого тела

Тема 4.1. Введение в динамику системы. Моменты инерции.

Механическая система. Силы внешние и внутренние.

Масса системы. Центр масс.

Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции.

Моменты инерции тела относительно параллельных осей. Теорема Гюйгенса.

Центробежные моменты инерции.

Момент инерции тела относительно произвольной оси.

Тензор инерции, эллипсоид инерции. Главные оси инерции тела, их динамический смысл.

Тема 4.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси.

Давление на ось. Условия отсутствия добавочных динамических давлений на ось. Физический маятник. Плоское движение твердого тела.

Тема 4.3. Движение тела около неподвижной точки.

Выражение основных динамических величин. Динамические уравнения Эйлера. Общая постановка задачи о движении тяжелого твердого тела с неподвижной точкой. Проблема четвертого алгебраического интеграла. Случаи Эйлера, Лагранжа, Ковалевской. Движение свободного твердого тела.

Тема 4.4. Элементарная теория гироскопа.

Гироскопические эффекты. Правило Жуковского.

Тема 4.5. Теория удара материальной точки.

Основное уравнение теории удара. Виды удара. Теория удара материальной системы. Теоремы Карно. Прямой центральный удар двух тел. Удар по телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Центр удара.

Тема 4.6. Теорема о движении центра масс системы.

Дифференциальные уравнения движения системы.

Теорема о движении центра масс.

Закон сохранения движения центра масс. Примеры.

Тема 4.7. Теорема об изменении количества движения системы.

Количество движения системы.

Теорема об изменении количества движения системы материальных точек.

Закон сохранения количества движения.

Тема 4.8. Динамика тел переменной массы.

Уравнение Мещерского. Задачи Циолковского. Движение ракеты.

Вертикальное движение тяжелой нити.

Тема 4.9. Теорема об изменении момента количества движения системы.

Главный момент количеств движения системы.

Теорема об изменении главного момента количеств движения системы, теорема моментов.

Теорема моментов относительно центра масс.

Закон сохранения главного момента количеств движения.

Условия равновесия механической системы.

Тема 4.10. Теорема об изменении кинетической энергии системы.

Кинетическая энергия системы.

Некоторые случаи вычисления кинетической энергии системы.

Теорема об изменении кинетической энергии системы.

Потенциальная энергия системы.

Потенциальное силовое поле и силовая функция.

Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Тема 4.11. Принцип Даламбера

Принцип Даламбера для точки и механической системы.

Главный вектор и главный момент сил инерции.

Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела.

Уравновешивание вращающихся тел.

Тема 4.12. Примеры применения принципа Даламбера.

Использование принципа Даламбера для точки конического маятника.

Качение цилиндра без скольжения.

Подъемный канатный механизм для грузов.

Однородный круглый диск, вращающийся вокруг вертикальной оси под действием пары сил.

Определение динамических реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Статика							
1.1	Предмет теоретической механики.	2						
1.2	Векторы и действия над ними.	2		2				экспресс-опрос
1.3	Основные понятия и аксиомы статики.	2		2				отчет
1.4	Моменты сил.	2		2				отчет
1.5	Основные теоремы о пространственном равновесии системы сил.	2		2				экспресс-опрос
1.6	Эквивалентные замены для равновесия плоских систем сил.	2		2			2	проверка индивидуальных заданий
1.7	Определение координат центров тяжести фигур и сечений.	2		2				контрольная работа
1.8	Динамический винт.	2		2			2	проверка индивидуальных заданий

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСП	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	Кинематика точки и твердого тела							
2.1	Кинематика точки.	2	4				1	проверка индивидуальных заданий
2.2	Поступательное и вращательное движения твердого тела.	2	4					отчет
2.3	Плоскопараллельное движение твердого тела.	2	4				1	проверка индивидуальных заданий
2.4	Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела.	2	4				1	проверка индивидуальных заданий
2.5	Сложное движение точки.	2	4				1	проверка индивидуальных заданий
2.6	Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.	2	4					контрольная работа
3	Динамика точки							
3.1	Введение в динамику. Законы динамики.	2	4					отчет

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.2	Дифференциальные уравнения движения точки.	2	4					отчет
3.3	Общие теоремы динамики точки.	4	4					экспресс-опрос
3.4	Движение точки в поле центральных сил.	4	4				1	проверка индивидуальных заданий
3.5	Несвободное и относительное движения точки.	4	4					контрольная работа
3.6	Прямолинейные колебания точки.	2	4				1	проверка индивидуальных заданий
4	Динамика системы и твердого тела							
4.1	Введение в динамику системы. Моменты инерции.	2	8					отчет
4.2	Вращение тела вокруг неподвижной оси.	2	8					экспресс-опрос
4.3	Движение тела около неподвижной точки.	2	8					отчет
4.4	Элементарная теория гироскопа.	2	8					отчет
4.5	Теория удара материальной точки.	4	8					экспресс-опрос

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УРС	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.6	Теорема о движении центра масс системы.	2	8					контрольная работа
4.7	Теорема об изменении количества движения системы.	2	8				4	проверка индивидуальных заданий
4.8	Динамика тел переменной массы.	4	8					отчет
4.9	Теорема об изменении момента количеств движения системы.	4	4					отчет
4.10	Теорема об изменении кинетической энергии системы.	4	4					проверка индивидуальных заданий
4.11	Принцип Даламбера.	2	4				4	проверка индивидуальных заданий
4.12	Примеры применения принципа Даламбера.	2	4					контрольная работа
	Итого	78	128	14			18	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Вярвильская О.Н. Краткий курс теоретической механики: учеб. пособие / О.Н. Вярвильская, Д.Г. Медведев, В.П. Савчук; под ред. Д.Г. Медведева. – Минск: БГУ, 2020. – 207 с. – URL: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/257179>.
2. Мещерский И.В. Задачи по теоретической механике: учебное пособие / И.В. Мещерский; под редакцией В.А. Пальмова, Д.Р. Меркина. – 53-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – 448 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/324968>.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики: [в 2 ч.] / Н.Н. Бухгольц. – Изд. 11-е, стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2021. – Ч. 1: Кинематика, статика, динамика материальной точки: учебное пособие. – 2021. – 467 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/169804>.
4. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики: [в 2 ч.] / Н.Н. Бухгольц. – Изд. 9-е, стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2022. – Ч. 2: Динамика системы материальных точек: учебное пособие. – 2022. – 332 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/250805>.
5. Диевский В.А. Теоретическая механика: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Прикладная механика" / В.А. Диевский. – Изд. 6-е, стер. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2023. – 346 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/238736>.

Перечень дополнительной литературы

1. Вярвильская О.Н., Медведев Д.Г., Савенков В.А., Савчук В.П. Теоретическая механика: практикум. Минск, БГУ, 2005.
2. Бертяев В.Д. Теоретическая и аналитическая механика. Учебно-исследовательская работа студентов: учебное пособие для студентов вузов / В.Д. Бертяев, В.С. Ручинский. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2023. – 423 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/205973#1>.
3. Цывильский, В. Л. Теоретическая механика: учебник для студентов высших учебных заведений / В.Л. Цывильский. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – Москва: Курс: ИНФРА-М, 2020. – 368 с. – URL: <https://znanium.com/catalog/document?id=427285>.
4. Алдошин Г.Т. Аналитическая динамика и теория колебаний: учебное пособие для студентов и аспирантов машиностроительных и физико-технических вузов / Г.Т. Алдошин. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2023. – 253 с. – URL: <https://reader.lanbook.com/book/213161#1>.
5. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики: Учеб. для втузов / С.М. Тарг. – М.: Высш. школа, 2010. – 416 с.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Теоретическая механика» проводится, как правило, во время аудиторных занятий. Для диагностики используются:

- проверка отчетов по практическим работам;
- проверка индивидуальных заданий;
- экспресс-опрос на аудиторных занятиях;
- контрольная работа.

Оценка за ответы на лекциях (опрос) и выполнение отчетов по практическим работам включает в себя полноту ответа, наличие аргументов, примеров из практики. Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Теоретическая механика» учебным планом предусмотрен **зачет и экзамен**.

Для студентов, пропустивших контрольные мероприятия или получивших неудовлетворительную отметку, решение о повторном проведении контрольного мероприятия выносится в соответствии с Положением о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в Белорусском государственном университете.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию:

- отчеты по практическим работам – 30 %;
- проверка индивидуальных заданий – 30 %;
- контрольная работа – 40%.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) – 40 % и экзаменационной отметки – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

2 семестр.

Тема № 1.6. Эквивалентные замены для равновесия плоских систем сил.

Частные случаи систем сил и их условия равновесия. Система сходящихся сил, плоская система сил. Пара сил, момент пары. Эквивалентные формы условий равновесия для плоской системы сил. Статически определимые и статически неопределимые системы. Общий план решения задач статики.

Задание 1. Равновесие составной конструкции с учетом сил трения. (2 ч)

Форма контроля – проверка индивидуального задания.

Тема № 1.8. Динамический винт.

Динамический винт, центральная винтовая ось. Приведение системы к двум силам. Общие выводы, случаи приведения.

Задание 2. Приведение системы сил к простейшему виду и определение реакций опор твердого тела. (2 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

3 семестр.

Тема 2.1. Кинематика точки.

Введение в кинематику. Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки.

Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Оси естественного трехгранника.

Числовое значение скорости. Касательное и нормальное ускорения точки.

Скорость и ускорение точки в полярных координатах.

Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения.

Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения.

Некоторые частные случаи движения точки. Прямолинейное движение, равномерное прямолинейное, равномерное криволинейное, равнопеременное криволинейное движение, гармонические колебания.

Задание 1. Составление уравнений движения точки и определение ее скорости и ускорения. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 2.3. Плоскопараллельное движение твердого тела.

Уравнения плоскопараллельного движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение траекторий точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение ускорений точек плоской фигуры.

Плоскопараллельное движение твердого тела. Мгновенный центр ускорений.

Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек многосвязного механизма. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 2.4. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела.

Движение твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Теорема Эйлера-Даламбера.

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.

Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек тела.

Общий случай движения свободного твердого тела.

Задание 3. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела, имеющего неподвижную точку. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 2.5. Сложное движение точки.

Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения.

Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей.

Сложное движение точки. Теорема о сложении ускорений, теорема Кориолиса.

Задание 4. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в сложном движении. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 3.4. Движение точки в поле центральных сил.

Движение под действием центральной силы. Второй закон Кеплера, закон площадей. Законы Кеплера.

Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Задача Ньютона. Уравнение Кеплера.

Искусственные спутники Земли. Баллистические траектории.

Задание 2. Динамика космического полета. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 3.6. Прямолинейные колебания точки.

Свободные колебания без учета сил сопротивления

Свободные колебания при вязком сопротивлении.

Затухающие колебания.

Вынужденные колебания. Резонанс.

Задание 1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки. (1 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

4 семестр.

Тема 4.7. Теорема об изменении количества движения системы.

Количество движения системы.

Теорема об изменении количества движения системы материальных точек.

Закон сохранения количества движения.

Задание 3. Применение теоремы об изменении количества движения и о движении центра масс к исследованию движения механической системы. (2 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 4.10. Теорема об изменении кинетической энергии системы.

Кинетическая энергия системы.

Некоторые случаи вычисления кинетической энергии системы.

Теорема об изменении кинетической энергии системы.

Потенциальная энергия системы.

Потенциальное силовое поле и силовая функция.

Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Задание 4. Применение теоремы об изменении кинетической энергии к изучению движения механической системы. (4 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Тема 4.11. Принцип Даламбера

Принцип Даламбера для точки и механической системы.

Главный вектор и главный момент сил инерции.

Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела.

Уравновешивание вращающихся тел.

Задание 5. Применение принципа Даламбера для определения динамических реакций подшипников, возникающих при вращении твёрдого тела вокруг неподвижной оси. (4 ч)

Форма контроля – проверка индивидуальных заданий.

Примерная тематика семинарских занятий

Тема 1.2. Векторы и действия над ними.

Тема 1.3. Основные понятия и аксиомы статики.

Тема 1.4. Моменты сил.

Тема 1.5. Основные теоремы о пространственном равновесии системы сил.

- Тема 1.6. Эквивалентные замены для равновесия плоских систем сил.
Тема 1.7. Определение координат центров тяжести фигур и сечений.
Тема 1.8. Динамический винт.

Примерная тематика практических занятий

Раздел 2. Кинематика точки и твердого тела

- Тема 2.1. Кинематика точки.
Тема 2.2. Поступательное и вращательное движения твердого тела.
Тема 2.3. Плоскопараллельное движение твердого тела.
Тема 2.4. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела.
Тема 2.5. Сложное движение точки.
Тема 2.6. Сложение поступательного и вращательного движений. Винтовое движение.

Раздел 3. Динамика точки

- Тема 3.1. Введение в динамику. Законы динамики.
Тема 3.2. Дифференциальные уравнения движения точки.
Тема 3.3. Общие теоремы динамики точки.
Тема 3.4. Движение точки в поле центральных сил.
Тема 3.5. Несвободное и относительное движения точки.
Тема 3.6. Прямолинейные колебания точки.

Раздел 4. Динамика системы и твердого тела

- Тема 4.1. Введение в динамику системы. Моменты инерции.
Тема 4.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси.
Тема 4.3. Движение тела около неподвижной точки.
Тема 4.4. Элементарная теория гироскопа.
Тема 4.5. Теория удара материальной точки.
Тема 4.6. Теорема о движении центра масс системы.
Тема 4.7. Теорема об изменении количества движения системы.
Тема 4.8. Динамика тел переменной массы.
Тема 4.9. Теорема об изменении момента количества движения системы.
Тема 4.10. Теорема об изменении кинетической энергии системы.
Тема 4.11. Принцип Даламбера.
Тема 4.12. Примеры применения принципа Даламбера.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;

- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих формирование профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

При изучении учебной дисциплины организация самостоятельной работы студентов должна представлять единство трех взаимосвязанных форм:

- 1) внеаудиторная самостоятельная работа;
- 2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
- 3) творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

На лекционных занятиях по дисциплине «Теоретическая механика» рекомендуется контролировать усвоение учебного материала студентов путем проведения экспресс-опросов по темам дисциплины. При этом необходимо фиксировать внимание на использование изученных характеристик надежности, законов их распределения и соответствующих моделей.

На практических занятиях по дисциплине «Теоретическая механика» рекомендуется применять вариативные индивидуальные, в том числе исследовательские, задания для студентов для приобретения навыков самостоятельного решения практических задач.

В силу различного уровня готовности студентов к восприятию новых понятий на практических занятиях по дисциплине рекомендуется проводить регулярные самостоятельные работы и при необходимости проводить дополнительные консультации для объяснения и закрепления сложного материала.

Условия для самостоятельной работы студентов, в частности, для развития навыков самоконтроля, способствующих интенсификации учебного процесса, обеспечиваются наличием и полной доступностью электронных вариантов курсов лекций, учебно-методических пособий и сборников задач по основным разделам дисциплины.

Примерный перечень вопросов к зачету **2 семестр**

1. Основные понятия и аксиомы статики. Задачи статики.
2. Система сходящихся сил.
3. Трение скольжения.
4. Законы Кулона. Угол и конус трения.
5. Трение качения.
6. Система двух параллельных сил, направленных в одну сторону.
7. Разложение силы на две параллельные составляющие.
8. Система двух антипараллельных сил.
9. Разложение силы на две антипараллельные составляющие.
10. Система многих параллельных сил. Центр параллельных сил.

11. Центр тяжести и методы его определения.
12. Центры тяжести дуги окружности, площади треугольника, площади кругового сектора.
13. Пара сил. Момент пары.
14. Теоремы об эквивалентности пар сил.
15. Теорема о сложении пар.
16. Приведение произвольной системы сил к простейшему виду. Основная лемма.
17. Инварианты приведения.
18. Динамический винт. Центральная винтовая ось.
19. Случаи приведения произвольной системы сил к простейшему виду.
20. Теорема Вариньона.
21. Простейший вид плоской системы сил.
22. Простейший вид системы параллельных сил.
23. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
24. Эквивалентные формы условий равновесия плоской системы сил.
25. Статически определимые системы сил.
26. Статически неопределимые системы сил.

Примерный перечень вопросов к экзамену 3 семестр

Кинематика точки

1. Введение в кинематику. Способы задания движения точки. Вектор скорости точки. Вектор ускорения точки
2. Определение скорости и ускорения точки при координатном способе задания движения. Оси естественного трехгранника.
3. Числовое значение скорости. Касательное и нормальное ускорения точки.
4. Скорость и ускорение точки в полярных координатах.
5. Скорость и ускорение точки при естественном способе задания движения.
6. Скорость и ускорение точки при координатном способе задания движения.
7. Некоторые частные случаи движения точки. Прямолинейное движение, равномерное прямолинейное, равномерное криволинейное, равнопеременное криволинейное движение, гармонические колебания.

Поступательное и вращательное движения твердого тела

8. Поступательное движение точки.
9. Вращательное движение твердого тела вокруг оси. Угловая скорость и угловое ускорение.
10. Поступательное и вращательное движения твердого тела. Равномерное и равнопеременное вращения.
11. Скорости и ускорения точек вращающегося тела

Плоскопараллельное движение твердого тела

12. Уравнения плоскопараллельного движения плоской фигуры. Разложение движения на поступательное и вращательное.
13. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение траекторий точек плоской фигуры

14. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры
 15. Плоскопараллельное движение твердого тела. Теорема о проекциях скоростей двух точек тела
 16. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение скоростей точек плоской фигуры с помощью мгновенного центра скоростей.
 17. Плоскопараллельное движение твердого тела. Определение ускорений точек плоской фигуры
 18. Плоскопараллельное движение твердого тела. Мгновенный центр ускорений
- Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела**
19. Движение твердого тела, имеющего одну неподвижную точку. Теорема Эйлера-Даламбера.
 20. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Кинематические уравнения Эйлера.
 21. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки и движение свободного твердого тела. Скорости и ускорения точек тела.
 22. Общий случай движения свободного твердого тела.
- Сложное движение точки**
23. Сложное движение точки. Относительное, переносное и абсолютное движения.
 24. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей.
 25. Сложное движение точки. Теорема о сложении ускорений, теорема Кориолиса.
- Введение в динамику. Законы динамики**
26. Основные понятия и определения
 27. Законы динамики. Задачи динамики материальной точки
 28. Основные виды сил
- Дифференциальные уравнения движения точки**
29. Дифференциальные уравнения движения материальной точки. Прямолинейное, криволинейное движения точки.
 30. Решение первой задачи динамики, определение сил по заданному движению.
 31. Решение основной задачи динамики при прямолинейном движении точки.
 32. Решение основной задачи динамики при криволинейном движении точки.
 33. Свободные колебания материальной точки при отсутствии сопротивления.
 34. Затухающие колебания материальной точки.
 35. Вынужденные колебания без учета сопротивления среды. Резонанс.
 36. Вынужденные колебания при наличии сопротивления среды. Резонанс.
- Общие теоремы динамики точки**
37. Количество движения точки. Импульс силы.
 38. Теорема об изменении количества движения точки.
 39. Теорема об изменении момента количества движения точки, теорема моментов.

40. Работа силы. Мощность.
41. Примеры вычисления работы.
42. Теорема об изменении кинетической энергии точки.
43. Движение под действием центральной силы. Второй закон Кеплера, закон площадей.
44. Формулы Бинэ.
45. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения.
46. Определение траектории точки, движущейся в ньютоновом поле тяготения (задача Ньютона).
47. Определение закона движения вдоль орбиты. Уравнение Кеплера.
48. Искусственные спутники Земли.
49. Эллиптические траектории.
50. Плоский математический маятник.
51. Задача о брахистохроне.
52. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки.
53. Отклонение падающих тел от вертикали.
54. Влияние вращения Земли на движение тел вдоль земной поверхности.
55. Маятник Фуко.

Несвободное и относительное движения точки

56. Несвободное движение точки.
57. Относительное движение точки.
58. Влияние вращения Земли на равновесие и движение тел.
59. Отклонение падающей точки от вертикали вследствие вращения Земли.

4 семестр

Введение в динамику системы. Моменты инерции

1. Механическая система. Силы внешние и внутренние.
2. Масса системы. Центр масс.
3. Момент инерции тела относительно оси. Радиус инерции.
4. Моменты инерции тела относительно параллельных осей. Теорема Гюйгенса.
5. Центробежные моменты инерции.
6. Момент инерции тела относительно произвольной оси.

Теорема о движении центра масс системы

7. Дифференциальные уравнения движения системы.
8. Теорема о движении центра масс.
9. Закон сохранения движения центра масс. Примеры.

Теорема об изменении количества движения системы

10. Количество движения системы.
11. Теорема об изменении количества движения системы материальных точек.
12. Закон сохранения количества движения.
13. Тело переменной массы. Движение ракеты.
14. Уравнение движения точки переменной массы (уравнение Мещерского).
15. Первая задача Циолковского.

16. Вторая задача Циолковского.

Теорема об изменении момента количеств движения системы

17. Главный момент количеств движения системы.

18. Теорема об изменении главного момента количеств движения системы, теорема моментов.

19. Теорема моментов относительно центра масс.

20. Закон сохранения главного момента количеств движения.

21. Условия равновесия механической системы.

Теорема об изменении кинетической энергии системы

22. Кинетическая энергия системы.

23. Некоторые случаи вычисления кинетической энергии системы.

24. Теорема об изменении кинетической энергии системы.

25. Потенциальная энергия системы.

26. Потенциальное силовое поле и силовая функция.

27. Потенциальная энергия. Закон сохранения механической энергии.

Теория удара

28. Теория удара материальной точки. Основные уравнения. Удар точки о неподвижную поверхность.

29. Изменение кинетической энергии точки при ударе (теорема Карно).

30. Основные уравнения теории удара системы материальных точек.

31. Прямой центральный удар двух тел (шаров).

32. Удар по телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Центр удара.

Динамика тел переменной массы.

33. Уравнение Мещерского. Задачи Циолковского. Движение ракеты.

34. Вертикальное движение тяжелой нити.

Принцип Даламбера

35. Принцип Даламбера для точки и механической системы.

36. Главный вектор и главный момент сил инерции.

37. Динамические реакции, действующие на ось вращающегося тела.

Уравновешивание вращающихся тел.

Примеры применения принципа Даламбера.

38. Использование принципа Даламбера для точки конического маятника.

39. Качение цилиндра без скольжения.

40. Подъемный канатный механизм для грузов.

41. Однородный круглый диск, вращающийся вокруг вертикальной оси под действием пары сил.

42. Определение динамических реакций подшипников при вращении тела вокруг неподвижной оси.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
отсутствует			

Заведующий кафедрой теоретической и
прикладной механики

доктор ф/м наук профессор

М.А. Журавков

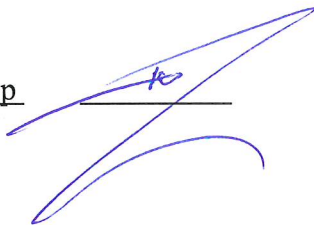
**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической и прикладной механики (протокол № ____ от _____ 202__ г.)

Заведующий кафедрой
доктор ф/м наук профессор



М.А.Журавков

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
доктор ф/м наук профессор



С.М.Босяков