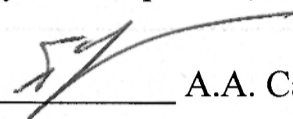


Контрольный экземпляр

Учреждение образования
«Белорусский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе, доцент


А.А. Сакович
«31» 01 2019 г.

Регистрационный № УД- 918 /уч.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

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

**1-36 01 08 «Конструирование и производство изделий из композиционных
материалов»**

1-36 07 02 «Производство изделий на основе трехмерных технологий»

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательных стандартов первой – ступени высшего образования ОСВО 1-36 01 08 – 2019 специальности «Конструирование и производство изделий из композиционных материалов» и ОСВО 1-36 07 02 – 2019 специальности «Производство изделий на основе трехмерных технологий» и учебных планов рег. № 36 – 002 / пр – уч, № 36 – 1 – 004 / пр – уч, утвержденных 29.06.2018 г.

Составитель:

Г.М. Хвесько, доцент кафедры механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент.

Рецензенты:

А.Н. Орда – заведующий кафедрой теоретической механики и теории механизмов и машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», доктор технических наук, профессор;

А.И. Сурус – доцент кафедры материаловедения и проектирования технических систем учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет», кандидат технических наук, доцент.

Рекомендована к утверждению:

Кафедрой механики и конструирования учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 5 от 27.12.2018 г.)

Методической комиссией факультета химической технологии и техники УО БГТУ (протокол № 5 от 23.01.2019 г.)

Учебно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» (протокол № 4 от 31.01 2019 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины

Теоретическая механика – одна из фундаментальных общенаучных дисциплин, на материале которой базируются такие важные для инженерного образования дисциплины, как "Механика материалов и конструкций", "Теория механизмов и машин", "Детали машин и основы конструирования", "Гидравлика, гидромашины и гидропривод", а также большое число специальных инженерных дисциплин, посвященных изучению машин и различных видов транспорта, методам расчета сооружений различного функционального назначения.

Цель преподавания учебной дисциплины

Теоретическая механика наряду с математикой и физикой представляет собой дисциплину, изучение которой способствует расширению научного кругозора и повышению общей технической культуры будущего специалиста. Она является теоретической базой современной техники, которая дает тот необходимый объем фундаментальных знаний, на основе которого будущий специалист сможет овладеть всем новым, с чем ему придется столкнуться в ходе практической работы.

Задачи учебной дисциплины

В процессе изучения теоретической механики решается комплекс задач, при реализации которых студенты усваивают необходимые знания в области анализа механических движений, принципов работы механизмов, формируют для себя подходы к решению задач механики, овладевают методами приобретения новых знаний и умений.

В результате изучения учебной дисциплины «Теоретическая механика» формируются следующие **компетенции**: БПК5 – владеть основными теоретическими положениями кинематики и динамики для понимания принципов устройства механизмов и машин и их аналитического исследования; быть способным разрабатывать и анализировать кинематические схемы механизмов и машин.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен **знать:**

- основные понятия и законы статики твердого тела, кинематики и динамики материальной точки, твердого тела и механической системы;
- основные кинематические закономерности движения точки и твердого тела;
- общие теоремы и основные методы динамики материальной точки и механических систем; методы решения задач статики, кинематики и динамики.

уметь:

- строить механические модели элементов конструкций, машин и механизмов;
- составлять и решать системы линейных алгебраических уравнений для определения реакций

связей;

- решать задачи кинематики точки, поступательного, вращательного и плоскопараллельного движений твердого тела;
- решать линейные и простейшие нелинейные дифференциальные уравнения, а также использовать общие теоремы и другие методы динамики для описания поведения точки и механической системы;
- анализировать результаты решения задач статики, кинематики и динамики.

владеть:

- общими принципами механики, на основе которых формулируются уравнения равновесия, получаются дифференциальные уравнения движения материальной точки и механических систем;
- общими методиками решения задач статики, навыками описания кинематического и динамического поведения материальной точки и механической системы;
- методами определения кинематических параметров движения и динамических характеристик механической системы.

Связи с другими учебными дисциплинами

Для изучения теоретической механики необходимо освоение следующих разделов математики:

- евклидовой геометрии и тригонометрии;
- элементов линейной алгебры и аналитической геометрии;
- основы дифференциального и интегрального исчисления функций одной и нескольких переменных;
- элементы векторного анализа.

Теоретическая механика нужна для изучения механики материалов и конструкций, теории механизмов и машин, деталей машин и основ конструирования.

План учебной дисциплины для дневной формы получения высшего образования

Код специальности	Наименование специальности	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)			Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Практические занятия	
1-36 01 08	Конструирование и производство изделий из композиционных материалов	1	2	60	2	34	17	17	зачет экзамен зачет
		2	3	180	5	102	51	51	
		4	110	3	72	36	36		
1-36 07 02	Производство изделий на основе трехмерных технологий	1	2	60	2	34	17	17	зачет экзамен зачет
		2	3	180	5	102	51	51	
		4	110	3	72	36	36		

2.Содержание учебного материала

ВВЕДЕНИЕ

Механическое движение как одна из форм движения материи. Предмет механики - изучение механического движения и механического взаимодействия материальных тел. Содержание разделов механики. Теоретическая механика как одна из фундаментальных физико-математических наук; ее мировоззренческое значение и место среди других естественных и технических наук.

Объективный характер законов механики. Значение теоретической механики как научной базы большинства областей современной техники.

РАЗДЕЛ 1. СТАТИКА

Тема 1. Введение в статику

Предмет статики. Основные понятия статики: абсолютно твердое тело, сила, эквивалентные и уравновешенные системы сил, равнодействующая, силы внешние и внутренние. Аксиомы статики. Связи и реакции связей.

Тема 2. Система сходящихся сил

Геометрический и аналитический способы сложения сил. Проекция силы на ось и на плоскость. Равнодействующая сходящихся сил. Геометрические и аналитические условия равновесия сходящихся сил. Теорема о равновесии тела под действием трех непараллельных сил.

Тема 3. Момент силы относительно центра и оси

Алгебраический момент силы относительно центра. Свойства момента. Момент силы относительно центра как вектор. Момент силы относительно оси. Зависимость между моментами силы относительно центра и относительно оси, проходящей через этот центр. Аналитические выражения момента силы относительно координатных осей.

Тема 4. Теория пар сил

Понятие о паре сил. Алгебраический момент пары сил. Момент пары сил как вектор. Теорема о сумме моментов сил пары относительно центра. Сложение пар сил, расположенных в плоскости и в пространстве. Условия равновесия пар сил.

Тема 5. Произвольная пространственная система сил

5.1. Приведение силы и системы сил к данному центру. Метод Пуансо и основная теорема статики. Главный вектор и главный момент системы сил. Приведение системы сил к равнодействующей. Теорема Вариньона о моменте равнодействующей. Частные случаи приведения системы сил. Равновесие различных систем сил и различные виды уравнений равновесия.

5.2. Равновесие системы тел. Статически определимые, статически неопределимые и изменяемые системы.

5.3. Приведение системы сил к динамическому винту. Зависимость между главными моментами системы сил относительно двух произвольно выбранных центров приведения. Инварианты системы сил.

Тема 6. Центр параллельных сил и центр тяжести

Приведение системы параллельных сил к равнодействующей. Центр системы параллельных сил, его радиус-вектор и координаты. Центр тяжести твердого тела. Центр тяжести объема, площади и линии. Способы определения положения центров тяжести тел.

Тема 7. Трение

Трение скольжения при покое (сцепление) и при движении. Законы трения скольжения. Реакция шероховатой поверхности. Угол и конус трения (сцепления): Область равновесия. Равновесие тел при наличии трения. Трение качения. Коэффициент трения качения. Момент трения качения.

РАЗДЕЛ 2. КИНЕМАТИКА

Тема 1. Введение в кинематику

Предмет кинематики. Пространство и время в классической механике. Относительность механического движения. Система отсчета. Задачи кинематики.

Тема 2. Кинематика точки

2.1. Векторный, координатный и естественный способы задания движения точки. Траектория точки. Связь между различными способами задания движения. Полярные, цилиндрические и сферические координаты, их связь с декартовыми.

2.2. Скорость точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Годограф вектора скорости.

2.3. Ускорение точки при векторном, координатном и естественном способах задания движения. Естественный трехгранник, естественные оси кривой, кривизна кривой, радиус кривизны кривой. Проекция вектора ускорения на оси естественного трехгранника. Касательное и нормальное ускорения точки. Анализ движения точки. Частные случаи движения точки.

Тема 3. Кинематика твердого тела

3.1. Поступательное движение твердого тела. Теорема о траекториях, скоростях и ускорениях точек твердого тела при поступательном движении.

3.2. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Уравнение вращательного движения тела. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорость и ускорение точки твердого тела, вращающегося вокруг неподвижной оси. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Выражение скорости точки вращающегося тела и ее касательного и нормального ускорений в виде векторных произведений.

3.3. Плоскопараллельное (плоское) движение твердого тела и движение плоской фигуры в ее плоскости. Уравнения движения плоской фигуры. Разложение движения плоской фигуры на простейшие движения. Независимость угловой скорости и углового ускорения плоской фигуры от выбора полюса. Определение скорости любой точки фигуры как геометрической суммы скорости полюса и скорости этой точки при вращении фигуры вокруг полюса. Теорема о проекциях скоростей двух точек фигуры. Мгновенный центр

скоростей; определение с его помощью скоростей точек плоской фигуры. Определение ускорения любой точки плоской фигуры как геометрической суммы ускорения полюса и ускорения этой точки при вращении фигуры вокруг полюса.

3.4. Движение твердого тела вокруг неподвижной точки или сферическое движение. Углы Эйлера. Уравнения движения твердого тела вокруг неподвижной точки. Мгновенная ось вращения. Векторы угловой скорости и углового ускорения тела. Определение скоростей и ускорений точки тела. Кинематические уравнения Эйлера.

Тема 4. Составное движение точки

Абсолютное и относительное движения точки; переносное движение. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса о сложении ускорений. Модуль и направление кориолисова ускорения. Случай поступательного переносного движения.

Тема 5. Составное движение твердого тела

Сложение поступательных движений. Сложение вращений тела вокруг пересекающихся и параллельных осей. Кинематический расчет зубчатых передач методом Виллиса.

РАЗДЕЛ 3. ДИНАМИКА

Тема 1. Введение в динамику. Динамика материальной точки

1.1. Основные понятия и определения: масса, материальная точка, сила; постоянные и переменные силы. Законы классической механики или законы Галилея-Ньютона. Инерциальная система отсчета. Задачи динамики.

1.2. Дифференциальные уравнения движения свободной материальной точки в декартовых прямоугольных координатах и в проекциях на оси естественного трехгранника. Две основные задачи динамики для материальной точки. Решение первой задачи динамики. Решение второй задачи динамики; постоянные интегрирования и их определение по начальным условиям.

1.3. Относительное движение материальной точки. Дифференциальные уравнения относительного движения точки; переносная и кориолисова силы инерции. Принцип относительности в классической механике. Случай относительного покоя. Влияние вращения Земли на движение тел.

Тема 2. Введение в динамику механической системы

2.1. Механическая система. Классификация сил, действующих на механическую систему: силы внешние и внутренние, задаваемые (активные) силы и реакции связей. Свойства внутренних сил. Геометрия масс. Масса системы. Центр масс системы и его координаты.

2.2. Моменты инерции твердого тела относительно плоскости, оси и полюса. Радиус инерции. Теорема о моментах инерции относительно параллельных осей. Осевые моменты инерции некоторых тел.

2.3. Момент инерции относительно оси любого направления, проходящей через начало координат. Центробежные моменты инерции. Главные оси и главные моменты инерции. Свойства главных осей и главных центральных осей инерции. Понятие о тензоре инерции.

Тема 3. Общие теоремы динамики материальной точки и механической системы

3.1. Дифференциальные уравнения движения механической системы. Теорема о движении центра масс системы. Следствия из теоремы о движении центра масс системы.

3.2. Импульс (количество движения) материальной точки и механической системы. Элементарный импульс и импульс силы за конечный промежуток времени. Теорема об изменении импульса точки в дифференциальной и интегральной формах. Теорема об изменении импульса системы в дифференциальной и интегральной формах. Закон сохранения импульса.

3.3. Момент импульса (момент количества движения) точки относительно центра и оси. Теорема об изменении момента импульса точки в случае центральной силы.

3.4. Главный момент количества движения или кинетический момент механической системы относительно центра и оси. Кинетический момент вращающегося твердого тела относительно оси вращения. Теорема об изменении кинетического момента системы. Закон сохранения кинетического момента.

3.5. Элементарная работа силы; ее аналитическое выражение. Работа силы на конечном перемещении. Работа силы тяжести, силы упругости и силы тяготения. Работа внутренних сил, действующих в твердом теле. Работа сил, приложенных к твердому телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Работа сил при поступательном и плоскопараллельном движениях твердого тела. Работа сил, приложенных к катящемуся телу, при наличии трения качения. Мощность.

3.6. Кинетическая энергия материальной точки и механической системы. Вычисление кинетической энергии твердого тела в различных случаях его движения. Теорема Кенига. Теорема об изменении кинетической энергии точки в дифференциальной и интегральной формах. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы в дифференциальной и интегральной формах.

3.7. Понятие о силовом поле. Потенциальное силовое поле и потенциальная энергия. Выражение проекций силы через потенциальную энергию. Работа силы на конечном перемещении точки в потенциальном силовом поле. Примеры вычисления потенциальной энергии. Закон сохранения механической энергии консервативной системы.

Тема 4. Принцип Даламбера

Принцип Даламбера для материальной точки; сила инерции. Принцип Даламбера для механической системы. Главный вектор и главный момент сил инерции. Приведение системы сил инерции твердого тела к центру. Определение с помощью принципа Даламбера динамических реакций при несвободном движении точки и механической системы.

Тема 5. Динамика твердого тела

5.1. Дифференциальные уравнения поступательного движения твердого тела. Дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси. Физический маятник. Опытное определение моментов инерции тел. Дифференциальные уравнения плоского движения твердого тела.

5.2. Определение динамических реакций подшипников при вращении твердого тела вокруг неподвижной оси. Понятие о статической и динамической балансировках.

Тема 6. Элементы аналитической механики

6.1. Связи и их уравнения. Классификация связей; голономные и неголономные, стационарные и нестационарные, удерживающие и недерживающие связи. Возможные и действительные перемещения системы. Число степеней свободы системы. Идеальные связи.

6.2. Принцип возможных перемещений или принцип Лагранжа. Применение принципа возможных перемещений к определению реакций связей и к простейшим машинам. Принцип Даламбера–Лагранжа или общее уравнение динамики.

6.3. Обобщенные координаты системы. Обобщенные силы и их вычисление. Случай сил, имеющих потенциал. Условия равновесия системы в обобщенных координатах.

6.4. Дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных координатах или уравнения Лагранжа второго рода. Кинетический потенциал. Уравнения Лагранжа второго рода для консервативных систем. Циклические координаты. Циклические интегралы.

Тема 7. Теория колебаний

7.1. Колебания материальной точки. Частота, период, амплитуда и фаза гармонических колебаний. Затухающие колебания. Вынужденные колебания.

7.2. Понятие об устойчивости равновесия механической системы; теорема Лагранжа-Дирихле. Малые колебания механической системы с одной степенью свободы около положения устойчивого равновесия: свободные гармонические колебания и их свойства, частота и период колебаний, амплитуда и начальная фаза колебаний; свободные затухающие колебания при сопротивлении, пропорциональном скорости, период и декремент этих колебаний, случай аperiодического движения; вынужденные колебания при гармонической возмущающей силе и сопротивлении, пропорциональном скорости, коэффициент динамичности, резонанс. Исследование фазы и амплитуды вынужденных колебаний.

Тема 8. Теория удара

8.1. Явление удара. Ударная сила и ударный импульс. Действие ударной силы на материальную точку. Теорема об изменении импульса материальной точки и механической системы при ударе. Прямой центральный удар тела о неподвижную поверхность; упругий и неупругий удары. Косой удар тела о неподвижную поверхность. Коэффициент восстановления при ударе и его опытное определение. Прямой центральный удар двух тел. Потеря кинетической энергии при прямом центральном ударе двух тел.

3. Учебно-методическая карта учебной дисциплины

для дневной формы получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний
		ЛК	ЛЗ	ПЗ		
2 семестр						
1	СТАТИКА	17		17	10	
1.1	Введение. Система сходящихся сил	4		4	2	[6]
1.2						
1.3	Момент силы относительно центра. Теория пар сил. Теорема о параллельном переносе силы. Приведение плоской произвольной системы сил к единому центру. Равновесие плоской системы сил. Равновесие системы тел	5		5	3	Защита РГР
1.4						
1.5	Момент силы относительно оси. Приведение пространственной произвольной системы сил к единому центру. Равновесие пространственной системы сил	5		5	3	[6] зачет
1.6	Центр системы параллельных сил. Центр тяжести.	1		1	1	[6]
1.7	Трение скольжения и качения.	2		2	1	
3 семестр						
2	КИНЕМАТИКА	30		30	56	
2.1	Введение.	1				
2.2	Кинематика точки	3		4	6	

2.3	Простейшие движения твёрдого тела	3		3	8	[6]
2.4	Составное движение точки	5		5	10	
2.5	Плоскопараллельное движение твёрдого тела	6		6	12	
2.6	Сферическое движение тела	6		6	10	Защита РГР
2.7	Составное движение твёрдого тела	6		6	10	[6]
3	ДИНАМИКА	57		57	76	
3.1	Динамика материальной точки	4		4	4	
3.2	Колебания материальной точки	6		6	4	[6]
3.3	Теорема о движении центра масс	2		2	4	Защита РГР
3.4	Теоремы о количестве движения точки и механической системы	1		1	4	
3.5	Теоремы о моменте количества движения точки и о кинетическом моменте механической системы	2		4	6	
3.6	Моменты инерции твёрдого тела	6		4	4	[6]
4 семестр						
3.7	Теоремы о кинетической энергии точки и механической системы	6		5	6	экзамен
3.8	Принцип Даламбера	2		2	4	
3.9	Динамика относительного движения	2		4	4	
3.10	Динамика твёрдого тела	4		4	4	[6]

3.11	Принцип возможных перемещений	4		4	8	
3.12	Общее уравнение динамики	2		4	4	
3.13	Уравнение Лагранжа	4		5	6	
3.14	Потенциальное силовое поле	2		2	4	
3.15	Устойчивость равновесия и малые колебания механической системы	4		6	6	[6]
3.16	Теория удара	6			4	зачет

4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Перечень литературы

Основная

1. Хвесько Г.М. ЭУМК по учебной дисциплине «Теоретическая механика» для специальностей : 1-36 07 01 –Машины и аппараты химических производств и предприятий строительных материалов, 1-36 01 08 – Конструирование и производство изделий из композиционных материалов, 1-36 07 02-Производство изделий на основе трехмерных технологий / Г.М. Хвесько – Мн.: БГТУ, Регистрационное свидетельство №1141814281 от 02.02.2018 г.

Дополнительная

1. Тарг, С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг – М.: Высшая школа, 1998.
2. Гернет, М.М. Курс теоретической механики / М.М. Гернет – М.: Высшая школа, 1987.
3. Яблонский, А.А. Курс теоретической механики: в 2 т. / А.А. Яблонский, В.А. Никифорова – М.: Высшая школа, 1998.
4. Хвесько, Г.М. Курс тэарэтычнай механікі / Г.М. Хвесько – Мн.: БДТУ, 2000.
5. Мещерский, И.В. Задачи по теоретической механике / И.В. Мещерский – СПб.: Лань, 1998.
6. Хвесько, Г.М. Тэарэтычная механіка. Практыкум. Частка 1 / Г.М. Хвесько – Мн.: БДТУ, 2004.
7. Хвесько, Г.М. Тэарэтычная механіка. Практыкум. Частка 2 / Г.М. Хвесько – Мн.: БДТУ, 2005.
8. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике / А.А. Яблонский [и др.]; под общ. ред. А.А. Яблонского – М.: Играл-пресс, 2002.
9. Вихренко, В.С. Кинематика составного и плоскопараллельного движений: учеб. Пособие / В.С. Вихренко, Я.Г. Грода – Мн.: БГТУ, 2005.

4.2 Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики результатов учебной деятельности используются:

1. опрос студентов на практических занятиях;
2. контрольные работы;
3. защита расчетно-графических работ;
4. зачеты и экзамен.

В каждом семестре проводятся две аттестации по результатам опроса студентов на практических занятиях, выполнения контрольных работ, защиты РГР. Первая аттестация учитывается в итоговой аттестации за семестр с весовым коэффициентом 0,2, вторая с коэффициентом 0,3.

4.3 Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине.

Самостоятельная работа обучающихся организуется в форме выполнения расчетно-графических работ (РГР).

№ п/п	Контрольное мероприятие	Неделя выдачи	Неделя сдачи
2-й семестр			
1	Расчетно-графическая работа №1	1	15
3-й семестр			
2	Расчетно-графическая работа №2	1	8
3	Расчетно-графическая работа №3	1	15
4-й семестр			
4	Расчетно-графическая работа №4	1	8
5	Расчетно-графическая работа №5	1	15

РГР выполняются по практикумам [6], [7]. Вариант задания выбирается по указанию преподавателя. Каждая из расчетно-графических работ оформляется в отдельной тетради и сдается на проверку преподавателю, ведущему практические занятия. После проверки правильности ее решения проводится защита расчетно-графической работы. Процесс выполнения задач расчетно-графической работы контролируется при проведении консультаций в течении семестра.

5. ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Кафедра, которая обеспечивает изучение этой дисциплины	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)
Механика материалов и конструкций	Механики и конструирования	<i>Без замечаний</i>	
Детали машин и основы конструирования	Материаловедения и проектирования технических систем	<i>Замечаний нет</i>	

И.о. зав. кафедрой механики и конструирования

к. т. н. доцент



Е.И.Кордикова