

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям

О.Н. Здрок

«02» июля 2021 г.



Регистрационный № УД – 10361/уч.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА

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

1-31 03 02 Механика и математическое моделирование

Минск, 2021

Учебная программа составлена на основе типового учебного плана № G31-1-025/пр-тип. от 30.06.2021 г., учебного плана БГУ G31-1-029/уч. от 30.06.2021г., учебного плана БГУ G31-1-029/уч.- СИБД от 30.06.2021г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Вярьвильская Ольга Николаевна, доцент кафедры теоретической и прикладной механики механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

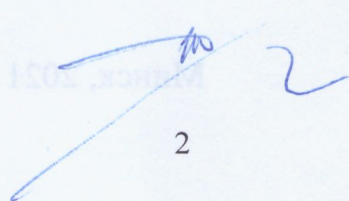
Михасев Геннадий Иванович – зав. кафедрой био- и наномеханики Белорусского государственного университета, доктор физ.-мат. наук, профессор
Скляр Ольга Николаевна – доцент кафедры теоретической механики и механики материалов Белорусского национального технического университета, кандидат физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой теоретической и прикладной механики
(протокол № 10 от 19.05.2021)

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 7 от 30.06.2021)

Зав.кафедрой ТиПМ



М.А.Журавков

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Дисциплина «Теоретическая механика» относится к модулю «Теоретическая механика» государственного компонента. С развитием науки и техники узкоспециальные знания довольно быстро устаревают. Для решения возникающих принципиально новых актуальных задач научные работники и инженеры должны обладать помимо необходимой способности к доучиванию и переучиванию, хорошей подготовкой в области фундаментальных наук. Это требует постоянного и всестороннего совершенствования вузовского образования.

Как фундаментальная наука, теоретическая механика была и остается не только одной из дисциплин, дающей углубленные знания о природе, но служит также средством воспитания у будущих специалистов необходимых творческих навыков к построению математических моделей, происходящих в науке и технике процессов, к выработке способностей к научным обобщениям и методам.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.

Изучение дисциплины «Теоретическая механика» базируется на знании основных разделов векторной алгебры, аналитической и дифференциальной геометрии, математического анализа и дифференциальных уравнений. Сама же дисциплина «Теоретическая механика» является базовой для преподавания большинства специальных и общих курсов. Наиболее тесной является связь данной дисциплины с такими дисциплинами как «Механика сплошной среды», «Сопrotивление материалов», «Механика роботов», «Компьютерная механика», «Биомеханика». При изучении теоретической механики студенты знакомятся с основными понятиями и методами классической механики, которые являются базовыми и для указанных дисциплин.

Основными методами изучения дисциплины «Теоретическая механика» являются освоение теоретических знаний на базе лекционного курса, а также самостоятельная проработка студентами теоретического материала. Контроль освоения теоретического материала проводится в форме экзаменов, коллоквиумов, компьютерного тестирования и опросов на практических занятиях.

Методы привития студентам практических навыков использования теоретических результатов при решении различных задач и упражнений отрабатываются на практических занятиях, а также в форме самостоятельной работы студентов. Контроль освоения практических навыков осуществляется во время практических занятий в форме проверки домашних заданий, обязательных индивидуальных заданий, а также на контрольных работах и зачетах.

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины «Теоретическая механика»: создание базы для освоения основных идей и методов современной механики и математики, подготовка

высококвалифицированных специалистов, способных ставить и решать задачи из различных областей науки и техники. Формирование у студентов установки на творческую профессиональную деятельность; развитие профессионального мышления, которое обеспечило бы будущему специалисту возможность свободно оперировать профессиональными знаниями, видеть проблемы и оптимальные пути их решения в самостоятельной практической деятельности.

Задачи учебной дисциплины:

- формирование у студентов основных понятий механики;
- изучение законов равновесия абсолютно твердого тела под действием произвольной системы сил;
- изучение основных приемов кинематического описания движения точки, системы и твердого тела;
- изучение общих динамических закономерностей движения материальных тел;
- решение конкретных механических задач.

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 изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

- условия равновесия абсолютно твердого тела под действием различных систем сил;
- кинематику точки и твердого тела;
- динамику точки и механической системы;
- динамику твердого тела и теорию удара;

уметь:

- приводить произвольную систему сил к простейшему виду;
- записывать и решать уравнения равновесия абсолютно твердого тела под действием различных систем сил;
- находить центры тяжести тел.
- определять скорость и ускорение точки для различных видов движения;
- определять скорости и ускорения точек тела для различных видов движения;
- составлять и решать дифференциальные уравнения движения точки;
- составлять и решать дифференциальные уравнения различных видов движения твердого тела;

- применять общие теоремы динамики для решения конкретных задач механики;
- использовать полученные теоретические и практические навыки для исследования реальных задач.

владеть:

- современными методами и приемами решения задач механики;
- методами построения адекватных математических моделей реальных процессов и явлений;
- навыками самообразования и способами использования аппарата теоретической механики для проведения самостоятельных исследований.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 1, 2, 3 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Теоретическая механика» отведено:

– для очной формы получения высшего образования – 420 часов, в том числе 248 аудиторных часов, из них:

- в 1-м семестре – 90 часов, в том числе 36 аудиторных, из них: лекции – 18 часов, семинарские занятия – 14 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

- во 2-м семестре – 130 часов, в том числе 86 аудиторных, из них: лекции – 34 часа, практические занятия – 42 часа, управляемая самостоятельная работа – 10 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – экзамен.

- в 3-м семестре – 200 часов, в том числе 126 аудиторных, из них: лекции – 36 часов, семинарские занятия – 74 часа, управляемая самостоятельная работа – 16 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма текущей аттестации – зачет и экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Статика.

Тема 1.1. 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, 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. Определение момента силы относительно центра. Момент силы относительно оси, корректность определения. Теорема Вариньона. Вычисление моментов вектора относительно осей.

Тема 1.5. Основные теоремы. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил. Теорема о трех силах.

Тема 1.6. 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. 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. Элементы и инварианты приведения. Динамический винт, центральная винтовая ось. Приведение системы к двум силам. Общие выводы, случаи приведения.

Раздел 2. Кинематика точки

Тема 2.1. Основные понятия и задачи кинематики. Способы описания движения точки.

Тема 2.2. Скорость точки при координатном и естественном способах задания движения. Скорость точки в круговом движении. Разложение скорости на радиальную и тангенциальную составляющие.

Тема 2.3. Ускорение точки. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника. Ускорение в круговом движении. Равномерное и равнопеременное движение.

Тема 2.4. Кинематика точки в криволинейных координатах. Коэффициенты Ляме. Цилиндрические и сферические координаты. Проекции скорости и ускорения в цилиндрических и сферических координатах.

Раздел 3. Кинематика твердого тела

Тема 3.1. Основные задачи кинематики твердого тела. Виды движений твердого тела. Определение и свойства поступательного движения твердого тела. Скорости и ускорения точек тела при поступательном движении. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Равномерное и равнопеременное вращение. Скорости и ускорения точек тела во вращательном движении.

Тема 3.2. Плоскопараллельное движение тела. Геометрическое и аналитическое исследование движения плоской фигуры в ее плоскости. Скорости и ускорения точек тела в плоском движении. Мгновенный центр скоростей. Центроиды. Мгновенный центр ускорений.

Тема 3.3. Движение твердого тела около неподвижной точки. Теорема Даламбера-Эйлера. Аксоиды. Скорости и ускорения точек тела в сферическом движении. Теорема Ривальса. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.

Тема 3.4. Движение свободного твердого тела. Теорема Шаля. Скорости и ускорения точек свободно движущегося тела.

Тема 3.5. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение мгновенных вращений. Общий случай сложного движения твердого тела. Винт. Центральная винтовая ось.

Тема 3.6. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса.

Раздел 4. Динамика точки

Тема 4.1. Основные понятия и законы динамики. 2 задачи динамики точки. Дифференциальные уравнения движения материальной точки.

Тема 4.2. Общие теоремы динамики точки и их первые интегралы.

Тема 4.3. Прямолинейное движение точки. Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения. Случаи точного интегрирования уравнений движения.

Тема 4.4. Прямолинейные колебания точки. Свободные, затухающие, вынужденные колебания. Резонанс.

Тема 4.5. Движение точки в поле центральных сил. Законы Кеплера. Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Задача Ньютона. Уравнение Кеплера. Искусственные спутники Земли. Баллистические траектории.

Тема 4.6. Движение несвободной материальной точки. Математический маятник. Задача о брахистохроне. Сферический маятник.

Тема 4.7. Относительное движение материальной точки. Относительный покой и движение вблизи поверхности Земли. Отклонение падающих тел от вертикали. Движение тел вдоль земной поверхности. Маятник Фуко.

Раздел 5. Динамика системы.

Тема 5.1. Основные понятия и основные динамические величины: Центр масс системы, главный вектор количества движения, кинетический момент, кинетическая энергия системы, их вычисление.

Тема 5.2. Общие теоремы динамики системы и их первые интегралы: Теорема о движении центра масс, теорема об изменении главного вектора количества движения, теорема об изменении кинетического момента, теорема об изменении кинетической энергии.

Тема 5.3. Динамика тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Задачи Циолковского. Вертикальное движение тяжелой нити.

Раздел 6. Динамика твердого тела.

Тема 6.1. Геометрия масс. Моменты инерции относительно оси, плоскости, полюса, их свойства. Тензор инерции, эллипсоид инерции. Главные оси инерции тела, их динамический смысл.

Тема 6.2. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Давление на ось. Условия отсутствия добавочных динамических давлений на ось. Физический маятник. Плоское движение твердого тела.

Тема 6.3. 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 6.4. Элементарная теория гироскопа. Гироскопические эффекты. Правило Жуковского.

Тема 6.5. 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.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением электронных средств обучения (ДО)

1 семестр

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов		Количество часов УСР	Формы контроля знаний
		лекции	Семинарские занятия		
1	Статика				
1.1	Предмет теоретической механики, ее место в системе естественных наук. Краткий исторический очерк развития механики, основные разделы механики и направления ее развития.	2			
1.2	Векторы, классификация векторов, проекция вектора на ось и на плоскость. Действия над векторами, скалярное и векторное произведение, их свойства. Дифференцирование вектора по скалярному аргументу.	2			Экспресс-опрос
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.	2	1		
1.4	Определение момента силы относительно центра. Момент силы относительно оси, корректность определения. Теорема Вариньона. Вычисление моментов вектора относительно осей.	2	1		Экспресс-опрос
1.5	Основные теоремы. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил. Теорема о трех силах.	2	2		Коллоквиум
1.6	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. Равновесие плоской системы сил с учетом трения.	4	4	2	Отчет по индивидуальному заданию

1.7	Система двух параллельных и антипараллельных сил. Пара сил. Центр параллельных сил. Центр тяжести и методы его определения: метод симметрии, метод группировки, метод отрицательных масс.	2	2		Контрольная работа
1.8	Элементы и инварианты приведения. Динамический винт, центральная винтовая ось. Приведение системы к двум силам. Общие выводы, случаи приведения.	2	4	2	Отчет по индивидуальному заданию.
Итого		18	14	4	

2 семестр

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество				Формы контроля знаний
		аудиторных часов				
		лекции	практические занятия	количество часов УСР	Семинарские занятия	
1	2	3	4	5	6	
2	Кинематика точки					
2.1	Основные понятия и задачи кинематики. Способы описания движения точки.	2	4			Экспресс-опрос
2.2	Скорость точки при координатном и естественном способах задания движения. Скорость точки в круговом движении. Разложение скорости на радиальную и трансверсальную составляющие.	2	4			Отчет по домашним заданиям
2.3	Ускорение точки. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника. Ускорение в круговом движении. Равномерное и равнопеременное движение.	2	4	2		Отчет по индивидуальному заданию
2.4	Кинематика точки в криволинейных координатах. Коэффициенты Ляме. Цилиндрические и сферические координаты. Проекция скорости и ускорения в цилиндрических и сферических координатах.	4	4			
3	Кинематика твердого тела					
3.1	Основные задачи кинематики твердого	4	4			Отчет по

	тела. Виды движений твердого тела. Поступательное движение твердого тела. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Равномерное и равнопеременное вращение. Скорости и ускорения точек тела во вращательном движении.					домашним заданиям
3.2	Плоскопараллельное движение тела. Геометрическое и аналитическое исследование движения плоской фигуры в ее плоскости. Скорости и ускорения точек тела в плоском движении. Мгновенный центр скоростей. Центроиды. Мгновенный центр ускорений.	6	8	4		Отчет по индивидуальному заданию
3.3	Движение твердого тела около неподвижной точки. Теорема Даламбера-Эйлера. Аксоиды. Скорости и ускорения точек тела в сферическом движении. Теорема Ривальса. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.	4	4	2		Отчет по индивидуальному заданию
3.4	Движение свободного твердого тела. Теорема Шаля. Скорости и ускорения точек свободно движущегося тела.	2	2			Коллоквиум
3.5	Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений. Сложение мгновенных вращений. Общий случай сложного движения твердого тела. Винт. Центральная винтовая ось.	4	4			
3.6	Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса.	4	4	2		Отчет по индивидуальному заданию
Итого		34	42	10		

3 семестр

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		лекции	практические занятия	Семинарские занятия	количество часов УСР	

1	2	3	4		5	6
4	Динамика точки					
4.1	Основные понятия и законы динамики. 2 задачи динамики. Дифференциальные уравнения движения точки.	1	4			
4.2	Общие теоремы динамики точки и их первые интегралы.	2	8			Экспресс-опрос
4.3	Прямолинейное движение точки. Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения. Случай точного интегрирования уравнений движения.	1	4			
4.4	Прямолинейные колебания точки. Свободные, затухающие, вынужденные колебания. Резонанс.	2	6		4	Отчет по индивидуальному заданию
4.5	Движение точки в поле центральных сил. Законы Кеплера. Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Задача Ньютона. Уравнение Кеплера. Искусственные спутники Земли. Баллистические траектории.	4	8		4	Отчет по индивидуальному заданию
4.6	Движение несвободной материальной точки. Математический маятник. Задача о брахистохроне. Сферический маятник.	2	4			
4.7	Относительное движение материальной точки. Относительный покой и движение вблизи поверхности Земли. Отклонение падающих тел от вертикали. Движение тел вдоль земной поверхности. Маятник Фуко	3	4			Тестирование
5	Динамика системы					
5.1	Основные понятия и основные динамические величины: Центр масс системы, главный вектор количества движения, кинетический момент, кинетическая энергия системы, их вычисление.	2	2			Экспресс-опрос
5.2	Общие теоремы динамики системы и их первые интегралы: Теорема о движении центра масс,	3	10		8	Отчет по индивидуальному заданию

	терема об изменении главного вектора количества движения, терема об изменении кинетического момента, терема об изменении кинетической энергии.					
5.3	Динамика тел переменной массы. Уравнение Мещерского. Задачи Циолковского. Вертикальное движение тяжелой нити.	3	6			
6	Динамика твердого тела					
6.1	Геометрия масс. Моменты инерции относительно оси, плоскости, полюса, их свойства. Тензор инерции, эллипсоид инерции. Главные оси инерции тела, их динамический смысл.	2	4			
6.2	Вращение тела вокруг неподвижной оси. Давление на ось. Условия отсутствия добавочных динамических давлений на ось. Физический маятник. Плоское движение твердого тела.	2	4			Коллоквиум
6.3	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.	4	2			Экспресс-опрос
6.4	Элементарная теория гироскопа. Гироскопические эффекты. Правило Жуковского.	2	4			
6.5	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.	3	4			Тестирование
Итого		36	74		16	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. ч. I – II. М. «Наука», 1972.
2. Теоретическая механика: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2006.
3. Краткий курс теоретической механики: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2020.
4. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики. М. «Наука», 1976.
5. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. М. «Наука», 1982.
6. Теоретическая механика: практикум: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2005.
7. Теоретическая механика: сб. задач: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2008.
8. Теоретическая механика в примерах и задачах: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2014.
9. Аппель П. Теоретическая механика. М., 1960.
10. Вильке В.Г. Теоретическая механика. М., 2003.

Перечень дополнительной литературы

1. Яблонский А.А. Курс теоретической механики. ч. I-II. М. «Высшая школа», 1971.
2. Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики. ч. I-II. М. «Наука», 1982.
3. Арнольд В.И. Математические методы классической механики. М. «Наука», 1979.
4. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах, ч. II и III, Физматгиз, 1961.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Диагностика результатов учебной деятельности по дисциплине «Теоретическая механика» проводится во время аудиторных занятий и во время защиты индивидуальных заданий. Для диагностики используются:

- экспресс-опросы на аудиторных занятиях;
- защита отчетов по индивидуальным заданиям;
- контрольные работы;
- тесты.

Контрольные мероприятия проводятся в соответствии с учебно-методической картой дисциплины. В случае неявки на контрольное мероприятие по уважительной причине студент вправе по согласованию с преподавателем выполнить его в дополнительное время. Для студентов, получивших неудовлетворительные оценки за контрольные мероприятия, либо не явившихся по неуважительной причине, по согласованию с преподавателем и с разрешения заведующего кафедрой мероприятие может быть проведено повторно.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Теоретическая механика» учебным планом предусмотрен зачет в 1 и 3 семестре, экзамен во 2 и 3 семестре.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- ответы на семинарских (практических) занятиях – 20 %;
- отчет о выполнении индивидуальных заданий – 50 %;
- контрольные работы – 15 %;
- выполнение теста – 15 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценки по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационной оценки – 60 %.

Полученные студентом количественные результаты учитываются как составная часть итоговой оценки по дисциплине в рамках рейтинговой системы.

Итоговая оценка формируется на основе 3-х документов:

1. Правила проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Утверждены Постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53).
2. Положение о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в Белорусском государственном университете (Приказ ректора БГУ № 189 – ОД от 31.03.2020 г.)
3. Критерии оценки знаний и компетенций студентов по 10-балльной шкале (Письмо Министерства образования Республики Беларусь 21-04-01/105 от 22.12.2003).

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Основной вклад в формирование оценки за текущую успеваемость вносят оценки по индивидуальным заданиям. Эти задания подготовлены сотрудниками кафедры в 40 вариантах, охватывают все основные темы курса «Теоретическая механика» и изложены в пособии Теоретическая механика: практикум: учебное пособие. Под ред. Д.Г. Медведева. - Мн.: БГУ, 2005. Они носят комплексный характер и требуют от студента хорошего знания соответствующей темы, навыков самостоятельной работы и творческого подхода. Именно над этими заданиями и осуществляется управляемая самостоятельная работа студентов.

Темы заданий по семестрам:

1 семестр.

Тема № 1.6. 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 – отчет по индивидуальному заданию.

Тема № 1.8. Элементы и инварианты приведения. 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 – отчет по индивидуальному заданию.

2 семестр.

Тема 2.3. Ускорение точки. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника. Ускорение в круговом движении. Равномерное и равнопеременное движение.

Задание 1. Составление уравнений движения точки и определение ее скорости и ускорения. (2 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 3.2. Плоскопараллельное движение тела. Геометрическое и аналитическое исследование движения плоской фигуры в ее плоскости. Скорости и ускорения точек тела в плоском движении. Мгновенный центр скоростей. Центроиды. Мгновенный центр ускорений.

Задание 2. Определение скоростей и ускорений точек многозвенного механизма. (4 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 3.3. Движение твердого тела около неподвижной точки. Теорема Даламбера-Эйлера. Аксоиды. Скорости и ускорения точек тела в сферическом движении. Теорема Ривальса. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.

Задание 3. Определение скоростей и ускорений точек твердого тела,

имеющего неподвижную точку. (2 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 3.6. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей. Теорема Кориолиса.

Задание 4. Определение абсолютной скорости и абсолютного ускорения точки в сложном движении. (2 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

3 семестр.

Тема 4.4. Прямолинейные колебания точки. Свободные, затухающие, вынужденные колебания. Резонанс.

Задание 1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения точки.

(4 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 4.5. Движение точки в поле центральных сил. Законы Кеплера. Формулы Бинэ. Закон всемирного тяготения. Задача Ньютона. Уравнение Кеплера. Искусственные спутники Земли. Баллистические траектории.

Задание 2. Динамика космического полета. (4 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Тема 5.2. Общие теоремы динамики системы и их первые интегралы: Теорема о движении центра масс, теорема об изменении главного вектора количества движения, теорема об изменении кинетического момента, теорема об изменении кинетической энергии.

Задание 3. Применение теоремы об изменении количества движения и о движении центра масс к исследованию движения механической системы. (4 ч)

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

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

Форма контроля – отчет по индивидуальному заданию.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется комбинация *практико-ориентированного и эвристического подходов*, что предполагает:

- освоение содержания курса «Теоретическая механика» через решения практических задач;

- ориентацию на генерирование идей, развитие творческих подходов к решению поставленных задач;

- приобретение навыков для решения исследовательских, творческих задач;

- приобретение навыков эффективного выполнения многообразных видов творческой деятельности;

- индивидуализацию обучения через возможность самостоятельно ставить

цели и задачи, осуществлять собственную оценку результатов обучения;

- творческую самореализацию обучающихся;
- осуществление студентами личностно-значимых открытий окружающего мира;

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа реализуется:

1. Непосредственно в процессе аудиторных занятий - на лекциях, практических и семинарских занятиях, при выполнении лабораторных работ.
2. В контакте с преподавателем вне рамок расписания - на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.
3. В библиотеке, дома, в общежитии, на кафедре при выполнении самостоятельных работ;

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

1. Внеаудиторная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;
2. Аудиторная самостоятельная работа при выполнении студентом учебных и творческих задач.
3. Творческая, в том числе научно-исследовательская работа.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы студентов разнообразны: подготовка и написание рефератов, докладов, очерков и других письменных работ на заданные темы.

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории необходимо контролировать усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам.

На практических и семинарских занятиях различные виды самостоятельной работы студентов позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях нужно не менее 1 часа из двух (50% времени) отводить на самостоятельное решение задач. Практические занятия целесообразно строить следующим образом: 1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены). 2. Беглый опрос. 3. Решение 1-2 типовых задач. 4. Самостоятельное решение задач.

5. Разбор типовых ошибок при решении (в конце текущего занятия или в начале следующего).

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;
- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;
- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;
- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;
- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;
- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

Примерный перечень вопросов к зачету

1 семестр

1. Основные понятия и аксиомы статики. Задачи статики.
2. Система сходящихся сил.
3. Трение скольжения. Законы Кулона. Угол и конус трения.
4. Трение качения.
5. Система двух параллельных сил, направленных в одну сторону. Разложение силы на две параллельные составляющие.
6. Система двух антипараллельных сил. Разложение силы на две антипараллельные составляющие.
7. Система многих параллельных сил. Центр параллельных сил.
8. Центр тяжести и методы его определения.
9. Центры тяжести дуги окружности, площади треугольника, площади кругового сектора.
10. Пара сил. Момент пары. Теоремы об эквивалентности пар сил.
11. Теорема о сложении пар.
12. Приведение произвольной системы сил к простейшему виду. Основная лемма.
13. Инварианты приведения.
14. Динамический винт. Центральная винтовая ось.
15. Случаи приведения произвольной системы сил к простейшему виду.
16. Теорема Вариньона.
17. Простейший вид плоской системы сил.
18. Простейший вид системы параллельных сил.
19. Условия равновесия произвольной пространственной системы сил.
20. Эквивалентные формы условий равновесия плоской системы сил.
21. Статически определимые и статически неопределимые системы.

Примерный перечень вопросов к экзамену 2 семестр

1. Основные понятия и задачи кинематики.
2. Способы описания движения точки.
3. Скорость точки.
4. Ускорение точки. Разложение ускорения по осям естественного трехгранника.
5. Скорость и ускорение в круговом движении точки.
6. Законы равномерного и равнопеременного движений точки.
7. Криволинейные координаты. Коэффициенты Ляме.
8. Скорость точки в криволинейных координатах.
9. Ускорение точки в криволинейных ортогональных координатах.
10. Выражения скорости и ускорения точки в полярных координатах.
11. Скорость и ускорение точки в цилиндрических координатах.
12. Скорость и ускорение точки в сферических координатах.
13. Поступательное движение твердого тела.
14. Вращение твердого тела вокруг неподвижной оси. Угловая скорость и угловое ускорение тела. Скорости и ускорения точек тела.
15. Плоскопараллельное движение твердого тела. Геометрическое описание движения плоской фигуры в ее плоскости. Мгновенный центр вращений.
16. Скорости точек плоской фигуры. Теорема Грасгофа.
17. Ускорения точек плоской фигуры. Мгновенный центр ускорений.
18. Аналитическое исследование движения плоской фигуры в ее плоскости. Центроиды.
19. Движение твердого тела около неподвижной точки. Теорема Даламбера-Эйлера. Мгновенная ось вращения.
20. Скорости и ускорения точек тела в сферическом движении.
21. Углы Эйлера. Кинематические уравнения Эйлера.
22. Сложное движение точки. Полная и локальная производные вектора. Теорема о сложении скоростей.
23. Теорема Кориолиса.
24. Сложное движение твердого тела. Сложение поступательных движений.
25. Сложение вращений вокруг пересекающихся осей.
26. Сложение вращений вокруг параллельных осей. Пара вращений.
27. Сложение вращательного и поступательного движений. Мгновенное винтовое движение.
28. Общий случай сложения мгновенных движений.
29. Движение свободного твердого тела. Теорема Шаля.
30. Скорости и ускорения точек свободного твердого тела.

3 семестр

1. Законы динамики точки. Дифференциальные уравнения движения свободной и несвободной материальной точки. Задачи динамики.

2. Теорема об изменении количества движения материальной точки. Первые интегралы.
3. Теорема об изменении момента количества движения материальной точки. Первые интегралы. Закон площадей.
4. Теорема об изменении кинетической энергии материальной точки. Интеграл энергии.
5. Потенциальное силовое поле. Примеры потенциальных силовых полей.
6. Необходимые и достаточные условия прямолинейности движения материальной точки.
7. Свободные колебания материальной точки при отсутствии сопротивления.
8. Затухающие колебания материальной точки.
9. Вынужденные колебания без учета сопротивления среды. Резонанс.
10. Вынужденные колебания при наличии сопротивления среды. Резонанс.
11. Формулы Бинэ.
12. Законы Кеплера. Закон всемирного тяготения.
13. Определение траектории точки, движущейся в ньютоновом поле тяготения (задача Ньютона).
14. Определение закона движения вдоль орбиты. Уравнение Кеплера.
15. Искусственные спутники Земли.
16. Эллиптические траектории.
17. Плоский математический маятник.
18. Задача о брахистохроне.
19. Дифференциальные уравнения относительного движения материальной точки.
20. Отклонение падающих тел от вертикали.
21. Влияние вращения Земли на движение тел вдоль земной поверхности.
22. Маятник Фуко.
22. Свойства внутренних сил системы.
23. Теорема об изменении количества движения системы. Первые интегралы.
24. Теорема о движении центра масс. Первые интегралы.
25. Кинетическая энергия системы и ее вычисление. Теорема Кенига.
26. Теорема об изменении кинетической энергии механической системы. Интеграл энергии.
27. Кинетический момент системы и его вычисление.
28. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно неподвижного центра. Первые интегралы.
29. Теорема об изменении кинетического момента системы относительно произвольного подвижного центра и относительно центра масс.
30. Момент инерции относительно оси. Уравнение вращательного движения твердого тела вокруг неподвижной оси.
31. Уравнение движения точки переменной массы (уравнение Мещерского).
32. Первая задача Циолковского.
33. Вторая задача Циолковского.
34. Теория моментов инерции. Теорема Гюйгенса - Штейнера.
35. Момент инерции относительно оси пучка. Тензор и эллипсоид инерции.

36. Количество движения и кинетический момент твердого тела.
37. Кинетическая энергия твердого тела.
38. Уравнения движения свободного твердого тела.
39. Вращение тела вокруг неподвижной оси. Условия отсутствия добавочных динамических давлений на ось.
40. Плоскопараллельное движение твердого тела.
41. Динамические уравнения Эйлера.
42. Уравнения Пуассона.
43. Общая постановка задачи о движении тяжелого твердого тела около неподвижной точки.
44. Первые алгебраические интегралы задачи о движении тяжелого твердого тела около неподвижной точки.
45. Теория удара материальной точки. Основные уравнения. Удар точки о неподвижную поверхность.
46. Изменение кинетической энергии точки при ударе (теорема Карно).
47. Основные уравнения теории удара системы материальных точек.
48. Прямой центральный удар двух тел (шаров).
49. Удар по телу, вращающемуся вокруг неподвижной оси. Центр удара.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

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)
Сопротивление материалов и основы строительной механики	Кафедра теоретической и прикладной механики	нет	Изменений не требуется (протокол № 10 от 19.05.2021)
Основы механики сплошных сред	Кафедра теоретической и прикладной механики	нет	Изменений не требуется (протокол № 10 от 19.05.2021)
Механика роботов и манипуляторов	Кафедра теоретической и прикладной механики	нет	Изменений не требуется (протокол № 10 от 19.05.2021)

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на ____ / ____ учебный год

№п/ п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры теоретической и прикладной механики (протокол № ____ от _____ 2021_ г.)

Заведующий кафедрой
д. физ.-мат. наук, профессор

М.А. Журавков

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
д. физ.-мат. наук

С.М. Босяков