

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Факультет атомной энергетики и технологий
Кафедра «Физика и естественнонаучные дисциплины»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
по дисциплине «Прикладная механика»

Направления подготовки
«18.03.01. Химическая технология»

Основная профессиональная образовательная программа
«Химическая технология неорганических веществ»

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Цель освоения дисциплины

Обеспечение совместно с другими общепрофессиональными дисциплинами достаточного уровня подготовки студентов в области инженерных наук. Общеинженерная подготовка необходима как для развития способности решать новые актуальные задачи, которые будут возникать в процессе профессиональной деятельности, так и для обеспечения возможности повышать квалификацию при необходимости. Дисциплина «Прикладная» имеет целью дать студентам необходимые знания из области кинематики и динамики механизмов, теоретических основ сопротивления материалов, а также методов расчетов на прочность, жесткость деталей машин и механизмов, являющихся общими для различных отраслей машиностроения, дать практические навыки расчетов деталей и механизмов.

Задачи изучения дисциплины:

- знакомство с основами структурной и функциональной классификации механизмов;
- освоение методов кинематического анализа и синтеза простейших механизмов;
- изучение теоретических основ и приобретение практических навыков проведения расчетов на прочность и жесткость наиболее распространенных деталей и узлов машин;
- получение навыков конструирования типовых деталей и узлов машин;
- использование практических занятий и самостоятельной работы для развития практических навыков применения изучаемых методов при решении конкретных задач.

Место дисциплины в структуре ООП ВО

Изучение дисциплины «Прикладная механика» требует основных компетенций, знаний, умений и навыков обучающегося по дисциплинам: «Математика»; «Физика».

В ходе изучения прикладной механики обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного изучения следующих дисциплин: «Процессы и аппараты химической технологии»; «Системы управления химико-технологическими процессами»; «Оборудование производств неорганических веществ»; «Расчет и выбор материалов и оборудования при проектировании».

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины у студента формируются следующие компетенции:

– универсальные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные

		числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами
--	--	---

–общепрофессиональные

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-2	Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности	З-ОПК-2 знать: математические методы физических, химических явлений, основных законов физики и химии и применять их в профессиональной деятельности У-ОПК-2 уметь: решать математические, физические, физико-химические и химические задачи для обработки, анализа и систематизации данных технологического процесса В-ОПК-2 владеть: математическими, физическими, физико-химическими, химическими методами решения задач для определения последовательности проведения анализов физико-химических характеристик сырья, вспомогательных материалов и готовой продукции

Задачи воспитания, реализуемые в рамках освоения дисциплины

Направление /цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебной дисциплины	Вовлечение в разноплановую внеучебную деятельность
Профессиональное и трудовое воспитание	- формирование культуры исследовательской и инженерной деятельности (В16)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования инженерного мышления и инженерной культуры за счёт практических студенческих исследований современных	1. Организация научно-практических конференций и встреч с ведущими специалистами предприятий города и ветеранами атомной отрасли. 2. Организация и проведение предметных

2	9	ОСНОВЫ ТЕОРИИ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН Структурный анализ механизмов.	17	2	-	1	14	УО-3	30
	10	Кинематический анализ механизмов.	27	2	-	1	24		
	11	Основы динамики машин.	30	2	-	2	26		
	12	Основы теории надежности машин.	20	-	-	-	20		
3	13	ДЕТАЛИ МАШИН Основы конструирования деталей и узлов.	26	-	-	-	26	УО-4	30
	14	Передаточные механизмы.	34	2	-	2	30		
	15	Валы, опоры, муфты, корпуса.	24	-	-	-	24		
	16	Соединения деталей и узлов машин, упругие элементы.	20	-	-	-	20		
		Экзамен							40
		Итого за 6 семестр	180	8	-	6	166		100

Содержание лекционного курса

Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
5 семестр		
Введение в прикладную механику. Основные задачи курса. Общие сведения о машинах, механизмах, агрегатах и аппаратах. Основные требования, предъявляемые к машинами механизмам.	1	1, 2, 3
Общие принципы расчетов на прочность. Основные понятия, задачи и методы сопротивления материалов. Схематизация реальных объектов. Внутренние силы. Понятие о напряженно-деформированном состоянии. Общие принципы расчета элементов конструкций.	1	1,2,3,4
Растяжение и сжатие элементов конструкций. Внутренние силы, напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Характеристики механических свойств материалов. Закон Гука. Потенциальная энергия деформации. Напряженно- деформированное состояние. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии.	2	1,2,3,4
Сдвиг и кручение элементов конструкций. Напряженное состояние и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности при чистом сдвиге. Внутренние силовые факторы и деформации при кручении. Построение эпюр крутящих моментов. Потенциальная энергия при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	2	1,2,3,4
Изгиб элементов конструкций. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр. Напряжения при чистом прямом изгибе. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба. Геометрические характеристики плоских сечений. Поперечный изгиб. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Проверка прочности при изгибе. Перемещения при изгибе стержня. Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня.	2	1,2,3,4
6 семестр		

Структурный анализ механизмов. Кинематические пары. Степень свободы механизма. Структурная формула механизма. Избыточные связи. Принцип образования механизмов.	2	1, 2, 4, 6
Кинематический анализ механизмов. Задачи и методы кинематического анализа. Определение скоростей и ускорений движения механизмов.	2	1, 2, 4, 6
Основы динамики машин. Силы, действующие в машинах. Трение. Силовой анализ типовых структурных групп. Динамическая модель механизма. Методика определения закона движения механизма под действием приложенных сил. Балансировка роторов.	2	1, 2, 4, 6
Фрикционные передачи. Общие сведения. Механика передач. Критерии работоспособности и расчеты передач. Ременные передачи. Общие сведения. Механика ременной передачи. Критерии работоспособности и расчеты передач. Геометрические параметры передачи. Ремни и шкивы. Передачи зубчатыми ремнями. Зубчатые передачи. Общие сведения. Кинематика зубчатых передач. Элементы теории зацепления. Геометрический расчет эвольвентных прямозубых передач. Особенности геометрии косозубых и шевронных колес. Особенности геометрии конических колес. Передачи с зацеплением Новикова. Механика передач. Виды повреждений передач. Расчет зубьев на прочность при изгибе. Расчет на контактную прочность активных поверхностей зубьев. Материалы, термообработка и допускаемые напряжения для зубчатых колес. Конструкции зубчатых колес. Червячные передачи. Общие сведения. Геометрический расчет червячных передач. Механика червячной передачи. Критерии работоспособности и расчеты на прочность. Материалы и конструкции деталей передачи. Цепные передачи. Общие сведения. Механика цепной передачи. Основные параметры передач. Критерии работоспособности и расчеты цепных передач. Особенности конструирования и эксплуатации цепных передач. Передачи винт-гайка. Общие сведения. Механика, критерии работоспособности и расчеты передач.	2	1, 2, 4

Перечень практических занятий

Наименование занятия. Вопросы, отрабатываемые на занятии.	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
5 семестр		
Расчеты на прочность и жесткость стержней при растяжении и сжатии.	2	1, 2, 3, 5
Расчет на прочность и жесткость при сдвиге. Расчет на прочность и жесткость при кручении.	2	1, 2, 3, 5
Расчет на прочность и жесткость балок при поперечном изгибе.	4	1, 2, 3, 5
6 семестр		
Структурный анализ механизмов.	1	1, 2, 4, 6, 7
Определение скоростей и ускорений механизма с помощью планов скоростей и ускорений. Аналитический метод кинематического анализа.	1	1, 2, 4, 6, 7
Силовой анализ простейших рычажных механизмов методом кинетостатики.	2	1, 2, 4, 6, 7
Определение передаточного отношения многоступенчатых передаточных механизмов.	2	1, 2, 4, 6, 7

Перечень лабораторных работ - не предусмотрены учебным планом

Задания для самостоятельной работы студентов

Вопросы для самостоятельного изучения, задания	Всего часов	Учебно-методическое обеспечение
5 семестр		
Краткие исторические сведения о развитии прикладной механики. Классификация машин и механизмов.	4,5	1, 2, 3, 4, 5
Основные понятия, задачи и методы сопротивления материалов. Схематизация реальных объектов: модели материала, модели формы, модели нагружения, модели разрушения. Внутренние силы, метод сечений. Напряжения и деформации в точке. Закон Гука. Принцип независимости действия сил. Понятие о напряжениях. Перемещения и деформации. Принцип независимости действия сил. Основные методы расчета элементов конструкций.	4,5	1-12
Внутренние силы, напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Закон Гука для растянутого (сжатого) стержня. Принцип Сен-Венана. Энергия деформации стержня. Теорема Кастилиано. Напряжения в наклонных к оси сечениях стержня. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии. Испытания материалов при растяжении. Диаграмма растяжения. Характеристики прочности материала. Пластичность и хрупкость. Влияние температуры на механические характеристики материала. Статически неопределимые задачи. Методы оценки прочностной надежности элементов конструкций.	12	1, 2, 3, 4, 5
Внутренние силовые факторы и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Условие прочности при чистом сдвиге. Внутренние силовые факторы и деформации при кручении. Полярный момент инерции и полярный момент сопротивления сечения. Потенциальная энергия при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.	13	1, 2, 3, 4, 5
Внутренние силовые факторы при изгибе. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами. Напряжения в стержне при чистом изгибе. Геометрические характеристики плоских сечений: площадь, статические моменты, моменты инерции. Изменение моментов инерции при повороте осей координат. Касательные напряжения при поперечном изгибе стержня. Проверка прочности при изгибе. Перемещения при изгибе стержня. Дифференциальное уравнение изогнутой оси стержня. Расчет на изгиб за пределом упругости.	16	1, 2, 3, 4, 5
Напряженное состояние в точке. Главные площадки, главные напряжения. Обобщенный закон Гука и потенциальная энергия деформации. Теории прочности: теория наибольших нормальных напряжений; теория линейных деформаций; теория наибольших касательных напряжений; энергетическая теория прочности. Расчеты на прочность и жесткость в случае сложного сопротивления: косой изгиб; изгиб с растяжением или сжатием; внецентренное растяжение и сжатие; кручение с изгибом.	16	1, 2, 3, 4, 5

Контактные напряжения. Контакт цилиндров. Анализ напряженного состояния. Формула Герца. Виды изнашивания трущихся элементов конструкций. Методы оценки триботехнической надежности деталей.	10	1-12
Циклы переменных напряжений и усталость материалов. Кривая усталости, предел выносливости и диаграмма предельных напряжений. Влияние конструктивных и технологических факторов на сопротивление усталости элементов конструкций. Условия прочности при переменных напряжениях и запасы прочности.	16	1, 2, 3, 4, 5
6 семестр		
Классификация кинематических пар, цепей. Понятие о структурном анализе, синтезе. Структура механизмов. Структурная формула плоского механизма. Лишние степени свободы и пассивные связи. Порядок структурного исследования плоского механизма.	14	1, 2, 4, 6, 7
Кинематический анализ механизмов методом диаграмм. Графическое дифференцирование и интегрирование. Аналитический метод кинематического анализа механизмов. Определение передаточного отношения многоступенчатых передач. Определение передаточного отношения планетарных передач.	24	1-12
Определение инерционной нагрузки звеньев механизма. Реакции во вращательной, поступательной и высшей кинематических парах. Задачи силового анализа механизмов. Метод кинетостатики. Условие статической определимости кинематической цепи. Порядок силового расчета. Понятие уравнивающего момента. Уравнивание роторов при проектировании. Статическая и динамическая балансировка изготовленных роторов. Электропривод, гидропривод, пневмопривод машин. Сравнительные характеристики и выбор типа приводов. Кинетическая энергия, приведенная масса, приведенный момент инерции механизма. Уравнение движения машины в форме кинетической энергии и в дифференциальной форме. Режимы движения механизмов и машин. Основные энергетические характеристики режимов установившегося движения, разбега и торможения. Трение в кинематических парах механизмов. Потери энергии на трение. Понятие механического коэффициента полезного действия. Определение общего коэффициента полезного действия машины при параллельном, последовательном и смешанном соединении механизмов.	26	1, 2, 4, 6, 7
Сущность проблемы надежности. Составляющие надежности: безотказность, ремонтпригодность, долговечность, сохраняемость. Распределение отказов. Основные законы распределения отказов: экспоненциальное, Вейбулла и нормальное. Мероприятия по обеспечению надежности при проектировании машин. Техническая диагностика машин.	20	1, 2, 4

Основные критерии работоспособности деталей и узлов машин. Характерные поломки деталей машин. Стадии конструирования машин. Критерии качества машин. Основные машиностроительные материалы и их применение. Технологические требования к конструкции деталей машин. Точность изготовления деталей и основы взаимозаменяемости. Стандартизация и унификация деталей машин.	26	1, 2, 4
Фрикционные передачи. Общие сведения. Механика передач. Критерии работоспособности и расчеты передач. Ременные передачи. Общие сведения. Механика ременной передачи. Критерии работоспособности и расчеты передач. Геометрические параметры передачи. Ремни и шкивы. Передачи зубчатыми ремнями. Зубчатые передачи. Общие сведения. Кинематика зубчатых передач. Элементы теории зацепления. Геометрический расчет эвольвентных прямозубых передач. Особенности геометрии косозубых и шевронных колес. Особенности геометрии конических колес. Передачи с зацеплением Новикова. Механика передач. Виды повреждений передач. Расчет зубьев на прочность при изгибе. Расчет на контактную прочность активных поверхностей зубьев. Материалы, термообработка и допускаемые напряжения для зубчатых колес. Конструкции зубчатых колес. Червячные передачи. Общие сведения. Геометрический расчет червячных передач. Механика червячной передачи. Критерии работоспособности и расчеты на прочность. Материалы и конструкции деталей передачи. Цепные передачи. Общие сведения. Механика цепной передачи. Основные параметры передач. Критерии работоспособности и расчеты цепных передач. Особенности конструирования и эксплуатации цепных передач. Передачи винт-гайка. Общие сведения. Механика, критерии работоспособности и расчеты передач.	30	1, 2, 4
Общие сведения о валах и осях. Конструкции и материалы валов и осей. Расчет валов на прочность и жесткость. Общая характеристика подшипников скольжения. Виды повреждения подшипников скольжения. Конструкции подшипников скольжения и материалы деталей. Нагрузочная способность подшипников скольжения. Общая характеристика подшипников качения. Особенности кинематики и динамики подшипников качения. Несущая способность и выбор подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов. Общая характеристика муфт. Компенсирующие и упругие нерасцепляемые муфты. Сцепные управляемые и самоуправляемые муфты. Детали корпусов. Уплотнения и устройства для уплотнения. Смазочные материалы и устройства.	24	1, 2, 4
Общая характеристика сварных соединений. Критерии работоспособности и расчеты сварных соединений. Особенности расчета паяных и клеевых соединений. Заклепочные соединения. Общие сведения о резьбовых соединениях. Особенности работы резьбовых соединений. Виды разрушения и основные расчетные случаи. Особенности расчета групповых соединений. Соединения с натягом. Шпоночные соединения. Шлицевые соединения. Профильные соединения. Штифтовые соединения. Типы пружин. Расчет витых цилиндрических пружин сжатия и растяжения. Резиновые упругие элементы.	20	1, 2, 4

Расчетно-графическая работа не предусмотрена учебным планом

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом

Образовательные технологии

При реализации учебного материала курса используются различные образовательные технологии, способствующие созданию атмосферы свободной и творческой дискуссии как между преподавателем и студентами, так и в студенческой группе. Целью при этом является выработка у студентов навыков и компетенций, позволяющих самостоятельно вести исследовательскую и научно-педагогическую работу.

При изучении дисциплины применяются следующие образовательные технологии:

- классическое лекционное обучение с использованием наглядных пособий;
- проведение лекций при поддержке мультимедиа;
- проведение практических занятий с решением примеров у доски, а также при поддержке мультимедиа, самостоятельное решение задач обучающимися в присутствии преподавателя;
- проблемный подход;
- разноуровневое обучение;
- самостоятельное изучение дисциплины обучающимися при помощи учебных печатных и электронных изданий;
- информационно-коммуникационные технологии – в институте имеются специализированные помещения для самостоятельной работы, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе;
- методические указания (в том числе в электронной форме) по различным разделам дисциплины.

Самостоятельная работа студентов проводится под руководством преподавателей, с оказанием консультаций и помощи при подготовке к контрольным работам, выполнении домашних заданий

Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

№ п/п	Наименование контролируемых разделов (темы)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
5 семестр			
Входной контроль			
1	Математика		Знает формулы длины окружности, длины дуги окружности; правила сложения векторов, умножения вектора на

			<p>число, правила вычисления скалярного и векторного произведения векторов; основные теоремы о проекциях; основные виды систем координат и формулы перехода от одной системы координат к другой; таблицы производных и интегралов основных функций; основные свойства неопределенного интеграла; формулу Ньютона-Лейбница; понятия криволинейных интегралов 1-го и 2-го рода; классификацию дифференциальных уравнений.</p> <p>Умеет вычислять стороны и углы в треугольниках; площади простейших фигур; объемы простейших тел; вычислять проекцию вектора на ось; производить действия над векторами, заданными своими координатами; вычислять кратные интегралы.</p> <p>Владеет методикой вычисления производных функций, в том числе сложных и заданных параметрически; методикой вычисления неопределенных и определенных интегралов; методикой решения основных типов дифференциальных уравнений.</p>
2	Физика		<p>Знает понятие системы отсчета; понятия скорости и ускорения точки; понятия угловой скорости и углового ускорения твердого тела; понятие массы тела и законы Ньютона; понятие силы инерции; закон всемирного тяготения; понятие трение; закон Амонтона-Кулона; понятие механической системы, внешних и внутренних сил; законы сохранения импульса, момента импульса и энергии; закон Гука; закон Паскаля; закон Архимеда; понятия лобового сопротивления и подъемной силы при движении тела в среде; основные понятия теории удара.</p> <p>Умеет вычислять массу, силу тяжести и вес тела; вычислять силу трения скольжения и силу</p>

			<p>упругости; вычислять кинетическую и потенциальную энергию точки, работу и мощность постоянной силы; вычислять момент инерции твердого тела относительно оси.</p> <p>Владеет методикой составления уравнения движения точки под действием заданных сил на основе 2-го закона Ньютона; методикой применения законов сохранения к решению простейших задач на удар; методикой вычисления основных кинематических характеристик точки при равномерном и равнопеременном движении; методикой вычисления основных кинематических характеристик твердого тела при равномерном и равнопеременном вращении.</p>
3	Инженерная графика		<p>Знает понятия ортогональной проекции; подобие; понятия центральной и зеркальной симметрии; винтовую линию; развертку окружности; поверхности и тела вращения.</p> <p>Умеет производить прямоугольное проецирование точки и отрезка прямой; вычислять длину проекции по способу прямоугольного треугольника; определять взаимное расположение прямой и плоскости; вычислять угол между прямой и плоскостью;</p> <p>Владеет методом проекций; методикой построения проекций окружности; методикой построения аксонометрических проекций.</p>
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Раздел 1. Основы сопротивления материалов	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УКЕ-1, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-2, В16	Практические занятия Устный опрос в форме собеседования.
2	Зачет	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, 3-УКЕ-1, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-ОПК-2, В16	Вопросы к зачету (письменно)
6 семестр			
Входной контроль			

1	Теоретическая механика		<p>Знает основные подходы к формализации и моделированию равновесия и движения материальных тел; постановку и методы решения задач о равновесии и движении материальных тел и механических систем.</p> <p>Умеет ставить и решать задачи о равновесии и движении материальных тел и механических систем.</p> <p>Владеет основными современными методами постановки, исследования и решения задач статики, кинематики и динамики; навыками составления и решения уравнений равновесия и движения материальных тел и механических систем.</p>
Аттестация разделов, текущий контроль успеваемости			
1	Раздел 2. Основы теории механизмов и машин	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, В16	Практические занятия Устный опрос в форме собеседования.
2	Раздел 3. Детали машин	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, В16	Практические занятия Устный опрос в форме собеседования.
3	Экзамен	У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УКЕ-1, У-ОПК-2, В-ОПК-2, З-ОПК-2, В16	Вопросы к экзамену (письменно)

Входной контроль предназначен для выявления пробелов в знаниях студентов и готовности их к получению новых знаний. Оценочные средства для входного контроля представляют собой вопросы, которые задаются студентам в устной форме.

Оценочные средства для входного контроля

Вопросы к собеседованию УО-1

Математика

1. Теорема Пифагора.
2. Теорема о длине диагонали прямоугольного параллелепипеда.
3. Теорема синусов.
4. Теорема косинусов.
5. Длина окружности. Длина дуги окружности.
6. Площади простейших фигур.
7. Объемы простейших тел.
8. Вектор. Сложение векторов. Умножение вектора на число.
9. Проекция вектора на ось. Основные теоремы о проекциях.
10. Скалярное произведение двух векторов.
11. Векторное произведение двух векторов.

12. Прямоугольная декартова система координат. Полярная система координат. Цилиндрическая система координат. Формулы перехода от одной системы координат к другой.

13. Действия над векторами, заданными своими координатами.

14. Производная функции. Таблица производных.

15. Правила вычисления производной (постоянной величины, суммы, произведения, дроби, сложной функции, параметрически заданной функции).

16. Неопределенный интеграл. Таблица интегралов.

17. Основные свойства неопределенного интеграла (интеграл дифференциала, дифференциал интеграла, производная интеграла, интеграл суммы).

18. Определенный интеграл. Формула Ньютона-Лейбница.

19. Кратные интегралы.

20. Криволинейный интеграл 1-го и 2-го рода.

21. Дифференциальные уравнения. Порядок уравнения.

22. Общее решение (интеграл) обыкновенного дифференциального уравнения.

23. Частное решение обыкновенного дифференциального уравнения. Задача Коши. Теорема о существовании и единственности решения задачи Коши.

24. Основные виды дифференциальных уравнений и методы их решения.

Физика

25. Система отсчета. Понятие скорости и ускорения точки.

26. Угловая скорость и угловое ускорение твердого тела.

27. Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета.

28. Второй закон Ньютона. Инертность материальных тел.

29. Третий закон Ньютона.

30. Неинерциальные системы отсчета. Силы инерции.

31. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести и вес тела.

32. Трение. Сила трения. Закон Амонтона-Кулона.

33. Механическая система. Внешние и внутренние силы. Изолированная система.

34. Закон сохранения импульса.

35. Энергия, работа, мощность.

36. Закон сохранения энергии.

37. Удар абсолютно упругих и неупругих тел.

38. Момент инерции твердого тела относительно оси.

39. Закон сохранения момента импульса.

40. Деформации твердого тела. Закон Гука.

41. Давление в жидкости и газе. Закон Паскаля. Закон Архимеда.

42. Движение тел в жидкостях и газах. Лобовое сопротивление. Подъемная сила.

Инженерная графика

43. Метод проекций. Прямоугольное проецирование.

44. Проецирование отрезка прямой. Способ прямоугольного треугольника.

45. Взаимное положение прямой и плоскости. Угол между прямой и плоскостью.
46. Подобие. Центральная и зеркальная симметрия.
47. Построение проекций окружности.
48. Винтовая линия.
49. Поверхности и тела вращения.
50. Аксонометрические проекции.

Оценочные средства для текущего контроля

Текущий контроль – это непрерывно осуществляемый мониторинг уровня усвоения знаний и формирования умений и навыков в течение семестра. Текущий контроль знаний, умений и навыков студентов осуществляется в ходе учебных (аудиторных) занятий, проводимых по расписанию. Формами текущего контроля являются выполнение контрольных работ и домашних расчетно-графических заданий.

В качестве оценочного средства аттестации раздела используются устный опрос, итоговая контрольная работа.

Для промежуточной аттестации предусмотрены вопросы к зачету, экзаменационные вопросы и практические задания.

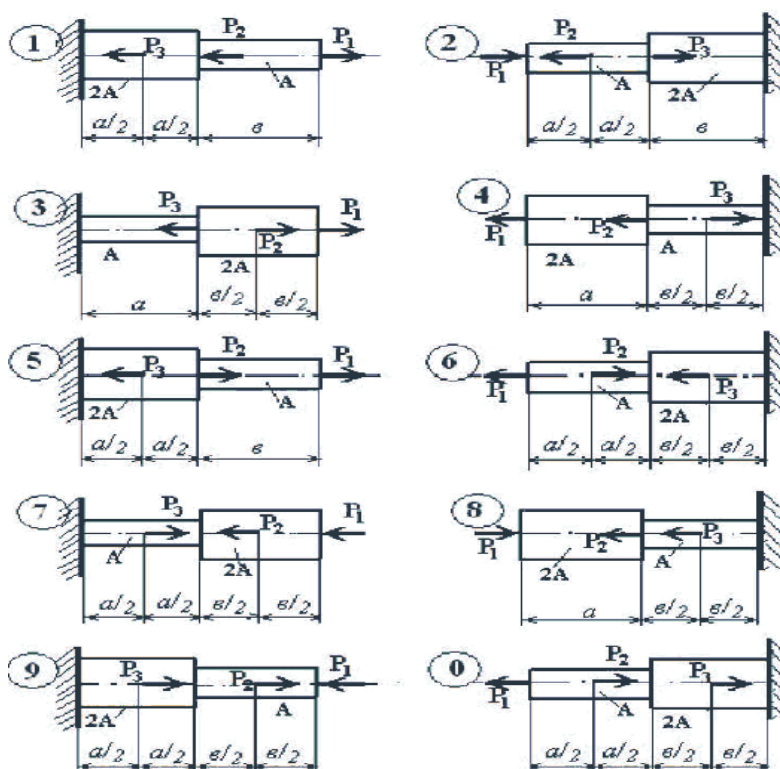
Раздел 1

Комплекты задач к выполнению расчетно-графических заданий приведены в методических указаниях к выполнению самостоятельной работы по прикладной механике [12] и выдаются на практических занятиях.

Пример расчетно-графического задания по разделу 1

РГЗ 1. Центральное растяжение (сжатие) прямого стержня (тема 3)

Определить размеры поперечного сечения ступенчатого стержня. Материал – сталь Ст3, допускаемое напряжение $[\sigma] = 160$ МПа, модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа. Определить полное удлинение (укорочение) стержня.



	P ₁ , кН	P ₂ , кН	P ₃ , кН	a, м	b, м		P ₁ , кН	P ₂ , кН	P ₃ , кН	a, м	b, м
1	10	12	28	2	3	6	4	19	48	3	2
2	12	32	36	3	4	7	8	12	16	2	3
3	18	8	52	4	3	8	16	14	46	2	4
4	18	18	46	2	4	9	26	32	16	4	2
5	20	10	22	3	3	0	20	22	24	3	4

Оценочные средства для текущего контроля

Вопросы к собеседованию по разделу 1 – УО-2

1. Предмет и задачи сопротивления материалов.
2. Реальный объект и расчетная схема.
3. Модели материала (гипотеза сплошности, однородности и изотропности; гипотеза идеальной упругости).
4. Модели формы (массивы, пластинки и оболочки, стержни). Модели нагружения (классификация внешних нагрузок). Модели разрушения.
5. Понятие о внутренних силах и напряжениях. Метод сечений.
6. Понятие о перемещениях и деформациях. Основные гипотезы (допущения) сопротивления материалов (закон Гука; принцип начальных размеров; принцип независимости действия сил; принцип Сен-Венана).
7. Типы деформаций. Внутренние силовые факторы в сечении стержня.
8. Центральное растяжение и сжатие прямолинейного призматического стержня. Гипотеза плоских сечений. Определение продольных сил и напряжений в поперечных сечениях стержня.
9. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука при растяжении и сжатии. Физические характеристики материала (коэффициент Пуассона, модуль упругости).
10. Диаграмма растяжения (напряжений) и механические характеристики материала.
11. Расчеты стержней на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.
12. Сдвиг. Напряжения и деформации, закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига материала.
13. Условие прочности стержня при чистом сдвиге.
14. Кручение. Определение крутящих моментов в поперечных сечениях стержня при кручении.
15. Работа материала при кручении стержня круглого поперечного сечения. Основные гипотезы (допущения) теории кручения. Деформации и напряжения при кручении стержня круглого поперечного сечения. Геометрические характеристики поперечных сечений стержня при кручении (полярный момент инерции, момент сопротивления).
16. Расчеты стержня на прочность и жесткость при кручении.

17. Общие сведения об изгибе. Балки. Опоры балок и их реакции. Виды статически определимых балок.

18. Определение изгибающего момента и поперечной силы в поперечных сечениях балки при прямом изгибе.

19. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба и их использование для контроля правильности построения эпюр изгибающего момента и поперечной силы.

20. Особенности работы материала при прямом чистом изгибе балок. Основные гипотезы (допущения) теории изгиба.

21. Определение нормальных напряжений при изгибе. Геометрические характеристики поперечных сечений балки при изгибе (осевой момент инерции, осевой момент сопротивления).

22. Проверка прочности балок по нормальным напряжениям.

23. Поперечный изгиб. Касательные напряжения при изгибе (формула Журавского). Проверка прочности балок по касательным напряжениям.

24. Деформации при изгибе. Определение перемещений (прогибов и углов поворота сечений) в балках постоянного сечения методом непосредственного интегрирования (аналитическим методом). Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.

25. Понятие об устойчивости формы стержней. Критическая сила. Продольный изгиб (проверка сжатых стержней на устойчивость; формула Эйлера и влияние способа закрепления концов стержня).

26. Переменные напряжения. Характеристики цикла. Основные виды циклов.

27. Усталость материалов. Кривая усталости и предел выносливости материала. Диаграмма предельных амплитуд напряжений (предел выносливости при асимметричных циклах).

28. Основные факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициенты запаса усталостной прочности.

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 1

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	14-15
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	12-13

Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	9-11
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-9

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к зачету

1. Основные понятия и методы сопротивления материалов.
2. Реальный объект и расчетная схема.
3. Внешние и внутренние силы.
4. Метод сечений. Понятие о напряжениях.
5. Перемещения и деформации.
6. Принцип независимости действия сил. Допущения, применяемые в сопротивлении материалов.
7. Продольные силы, напряжения в поперечных сечениях стержня.
8. Закон Гука.
9. Потенциальная энергия деформации.
10. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении – сжатии.
11. Площадь, статические моменты, моменты инерции плоских сечений.
12. Изменение моментов инерции при повороте осей координат.
13. Главные оси, главные моменты инерции.
14. Моменты сопротивления.
15. Напряжения в поперечном сечении при кручении.
16. Условие прочности при кручении вала.
17. Деформации при кручении и условие жесткости вала.
18. Потенциальная энергия деформации при кручении.
19. Сдвиг. Напряженное состояние и деформации при сдвиге.
20. Закон Гука при сдвиге.
21. Общие понятия о деформации изгиба.
22. Поперечный изгиб. Изгибающий момент и поперечная сила.
23. Основные дифференциальные соотношения теории изгиба.
24. Касательные напряжения при поперечном изгибе.
25. Главные напряжения. Проверка прочности.
26. Перемещения при изгибе балок. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.

27. Основные виды напряженно-деформированного состояния. Общий случай.
28. Обобщенный закон Гука.
29. Главные нормальные напряжения и направления в общем случае объемного напряженного состояния.
30. Дифференциальные уравнения равновесия Коши.
31. Уравнения совместности деформаций.
32. Основные характеристики цикла и предел усталости. Диаграмма усталостной прочности.
33. Расчет коэффициентов запаса усталостной прочности.
34. Колебания системы с одной степенью свободы. Определение напряжений при колебаниях.
35. Приближенные методы определения низших частот собственных колебаний упругих систем.
36. Колебания упругих систем при действии ударной нагрузки.
37. Продольные колебания стержня.

Раздел 2

Для входного контроля проводится устный опрос обучающихся в форме собеседования по установленному перечню вопросов (60 ключевых вопросов по разделам теоретической механики). В зависимости от качества ответов обучающийся получает до 5 баллов.

Оценочные средства для входного контроля

Вопросы к собеседованию

Теоретическая механика

1. Какие существуют способы задания движения точки?
2. Какими кинематическими параметрами характеризуется движение точки?
- Какие существуют виды движения точки?
3. Какое движение твердого тела называется поступательным?
4. Какое движение твердого тела называется вращательным? Какими кинематическими параметрами описывается вращательное движение?
5. Как определяются скорость и ускорение точки тела, совершающего вращательное движение?
6. Дайте понятие плоского движения твердого тела и укажите его свойства.
7. Сформулируйте теорему о скоростях точек тела, совершающего плоское движение.
8. Что называют мгновенным центром скоростей твердого тела?
9. Сформулируйте теорему об ускорениях точек тела, совершающего плоское движение.
10. Дайте понятие сложного движения точки.
11. Сформулируйте теорему о сложении скоростей точки для сложного движения.
12. Сформулируйте теорему о сложении ускорений точки для сложного движения.

13. Запишите формулу для вычисления величины кориолисова ускорения. Сформулируйте правило Жуковского для определения направления вектора кориолисова ускорения.

14. Назовите три закона Ньютона.

15. Назовите две задачи динамики.

16. Запишите дифференциальное уравнение движения свободной материальной точки в векторной и координатной формах.

17. Запишите дифференциальное уравнение движения несвободной материальной точки в векторной и координатной формах. В чем заключается принцип Даламбера для несвободной материальной точки?

18. Какое движение материальной точки называют колебательным? Каковы условия его возникновения? Какими характеристиками описываются прямолинейные колебания?

19. Перечислите виды колебаний материальной точки.

20. Дайте понятие механической системы.

21. Как определяются координаты центра масс механической системы.

22. Дайте понятие внешних и внутренних сил, действующих на механическую систему. Каковы свойства внутренних сил?

23. Что такое задаваемые силы и реакции связей?

24. Сформулируйте теорему о движении центра масс механической системы.

25. Дайте понятие твердого тела. Что называют моментом инерции твердого тела относительно оси? Что такое центробежный момент инерции?

26. Сформулируйте теорему Гюйгенса-Штейнера о моментах инерции твердого тела относительно параллельных осей.

27. Как вычисляется кинетическая энергия материальной точки?

28. Запишите формулы для вычисления кинетической энергии твердого тела в различных случаях движения.

29. Что называют работой силы? Как вычисляется работа постоянной силы? Запишите формулу работы силы тяжести.

30. Каковы особенности определения работы переменной силы? Как вычисляется работа силы упругости?

31. Дайте понятие мощности силы.

32. Запишите формулы для вычисления работы и мощности сил, приложенных к твердому телу, при поступательном и вращательном движениях тела.

33. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии материальной точки.

34. Сформулируйте теорему об изменении кинетической энергии механической системы.

35. Как записывается система дифференциальных уравнений движения механической системы?

36. Дайте понятие пары сил.

37. Что называют моментом силы относительно точки и относительно оси?

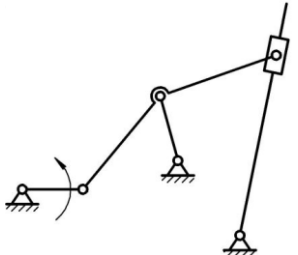
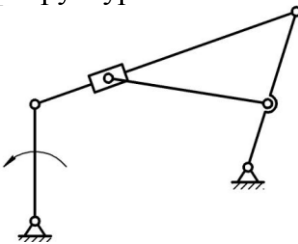
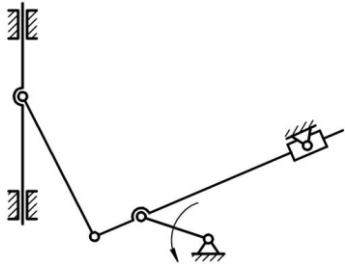
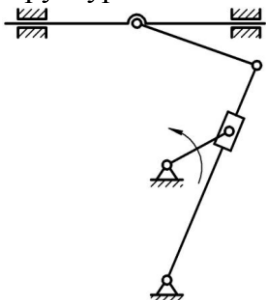
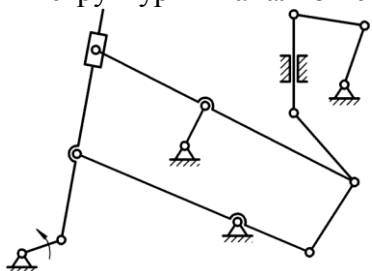
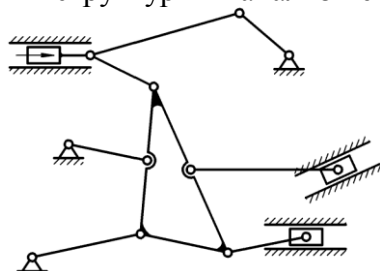
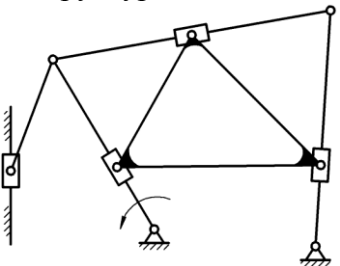
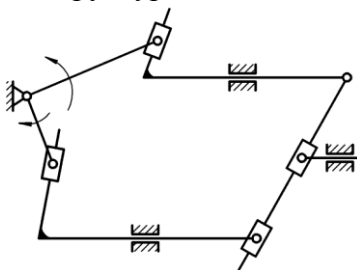
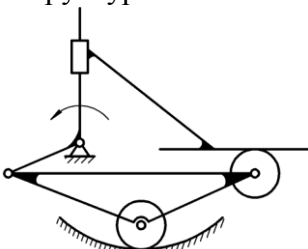
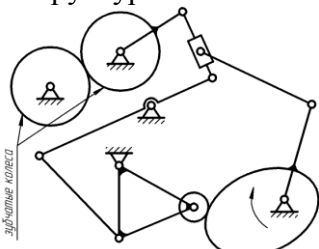
- 38.Как определяется момент пары сил?
- 39.Назовите аксиомы статики.
- 40.Сформулируйте основную теорему статики.
- 41.Дайте понятие главного вектора и главного момента системы сил.
- 42.Запишите условия равновесия плоской системы сил в векторной форме и в аналитической форме.
- 43.Какие системы называют статически определимыми и статически неопределимыми?
- 44.Что называют силой трения и какова её природа? Назовите два рода трения.
- 45.На какие виды делится трение скольжения по наличию смазки?
- 46.Назовите законы сухого трения скольжения, установленные Кулоном и Амонтоном. Дайте понятие коэффициента трения скольжения.
- 47.Запишите условия равновесия твердого тела при наличии трения. Дайте понятия угла трения и конуса трения.
- 48.Как определяется момент трения качения? Дайте понятие коэффициента трения качения.
- 49.Запишите дифференциальное уравнение вращательного движения твердого тела.
- 50.Сформулируйте принцип Даламбера для механической системы. Каково его практическое значение?
- 51.В чем заключается различие между статическими и динамическими реакциями опор вращающегося тела?
- 52.Дайте понятие идеальных, голономных и неголономных связей.
- 53.Сформулируйте принцип возможных перемещений несвободной механической системы. Каково его практическое значение?
- 54.Запишите общее уравнение динамики механической системы.
- 55.Дайте понятия степени свободы, обобщенных координат, обобщенной силы и обобщенной скорости механической системы.
- 56.Запишите уравнение Лагранжа второго рода. Каково его практическое значение?
- 57.Запишите дифференциальное уравнение колебаний механической системы с одной степенью свободы.
- 58.Опишите основные характеристики свободных колебаний механической системы.
- 59.Опишите основные характеристики вынужденных колебаний механической системы с одной степенью свободы при действии гармонической вынуждающей силы.
- 60.Дайте понятие амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик.

Оценочные средства для текущего контроля

Текущий контроль заключается в проверке своевременности, самостоятельности и правильности выполнения разноуровневых задач и расчетно-графических заданий. Комплекты задач к выполнению расчетно-графических заданий приведены в методических указаниях к выполнению самостоятельной работы по прикладной

механике [12] и выдаются на практических занятиях.

Комплект задач по разделу 2:

Тема 9	
Задачи репродуктивного уровня	
<p>Задача 5.1 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 	<p>Задача 5.2 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 
<p>Задача 5.3 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 	<p>Задача 5.4 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 
Задачи реконструктивного уровня	
<p>Задача 5.5 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 	<p>Задача 5.6 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 
<p>Задача 5.7 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 	<p>Задача 5.8 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 
Задачи творческого уровня	
<p>Задача 5.9 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 	<p>Задача 5.10 Выполнить структурный анализ механизма.</p> 

Комплект задач по теме 10 приведен в ФОС.

Пример расчетно-графического задания по разделу 2

РГЗ 8. Кинематический анализ плоского рычажного механизма методом планов (тема 10)

Требуется начертить в масштабе план заданного положения рычажного механизма, соответствующего заданному значению угла поворота φ_1 кривошипа 1, а затем определить значения линейных скоростей и ускорений точек и угловых скоростей и ускорений звеньев механизма методом планов. Угловую скорость вращения кривошипа ω_1 следует принять постоянной и равной 10 с^{-1} .

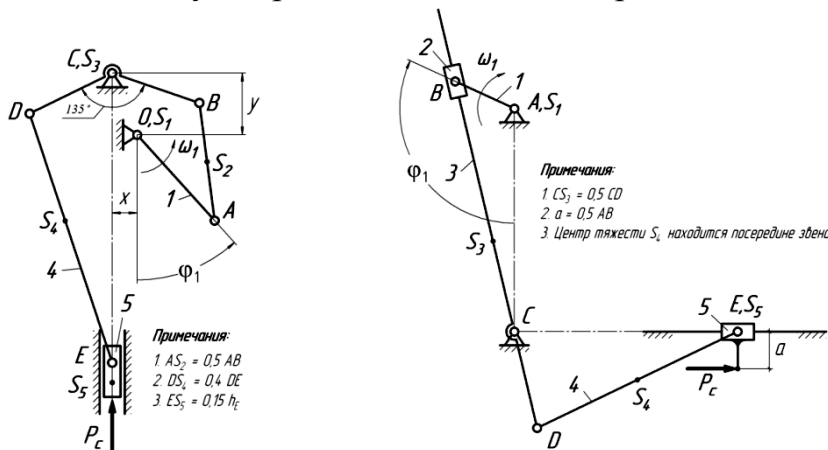


Схема 1 Схема 2

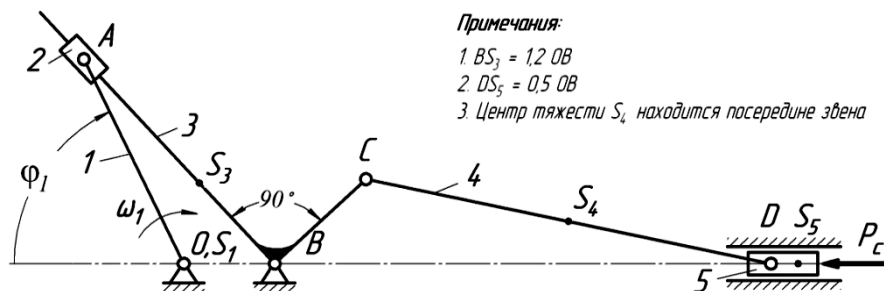


Схема 3

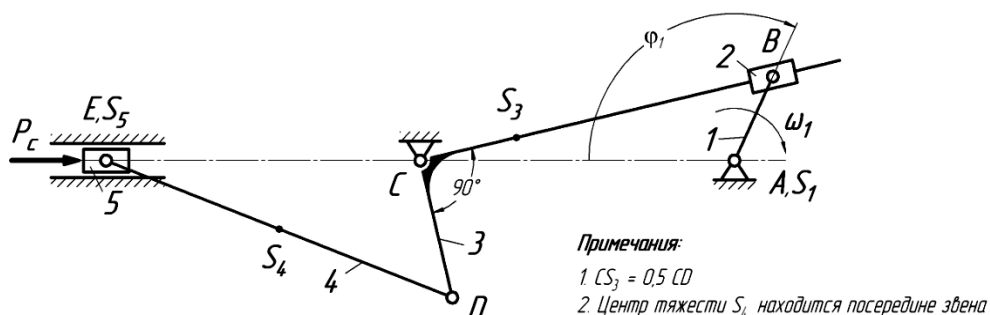


Схема 4

К схеме 1											
Параметры	Единицы измерения	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

l_{OA}	м	0,4	0,3	0,32	0,28	0,38	0,45	0,44	0,36	0,42	0,25
l_{AB}	м	0,35	0,35	0,38	0,36	0,5	0,6	0,62	0,55	0,7	0,51
l_{BC}	м	0,35	0,42	0,42	0,4	0,38	0,4	0,5	0,5	0,6	0,43
x	м	0,05	0,08	0,08	0,08	0,08	0,06	0,05	0,07	0,08	0,03
y	м	0,1	0,12	0,13	0,1	0,1	0,11	0,14	0,14	0,15	0,1
l_{CD}	м	0,25	0,35	0,4	0,2	0,3	0,22	0,19	0,27	0,36	0,15
l_{DE}	м	1	1,25	1,25	0,8	0,92	0,85	0,8	1,15	1,2	0,75
m_1	кг	8	6	7	6	8	9	9	7	8	5
m_2	кг	35	35	38	36	50	60	62	55	70	51
m_3	кг	60	77	82	60	68	62	69	77	96	58
m_4	кг	120	150	150	96	110	102	96	138	144	90
m_5	кг	90	92	81	82	87	89	95	84	91	80
I_{S1}	кг · м ²	0,16	0,07	0,09	0,06	0,14	0,23	0,21	0,12	0,19	0,04
I_{S2}	кг · м ²	0,36	0,36	0,46	0,39	1,04	1,8	1,99	1,39	2,86	1,11
I_{S3}	кг · м ²	1,8	3,8	4,59	1,8	2,62	1,99	2,74	3,8	7,37	1,63
I_{S4}	кг · м ²	10	19,53	19,53	5,12	7,79	6,14	5,12	15,21	17,28	4,22
P_c	кН	10	10,4	10,2	10,4	11,4	11,8	10,9	9,8	10,1	11
φ_I	°	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

К схеме 2											
Параметры	Единицы измерения	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_{AB}	м	0,1	0,13	0,11	0,14	0,11	0,16	0,13	0,17	0,19	0,22
l_{AC}	м	0,27	0,32	0,3	0,34	0,29	0,42	0,4	0,44	0,48	0,48
l_{CD}	м	0,2	0,22	0,25	0,3	0,18	0,24	0,27	0,28	0,22	0,32
l_{DE}	м	0,66	0,73	0,65	0,79	0,89	0,87	0,84	0,91	0,81	0,92
m_3	кг	65	85	75	105	85	110	95	110	125	145
m_4	кг	60	80	85	95	70	100	90	110	120	125
m_5	кг	95	140	120	150	100	140	125	165	190	200
I_{S1}	кг · м ²	0,25	0,35	0,3	0,4	0,25	0,45	0,37	0,5	0,6	0,7
I_{S3}	кг · м ²	2,8	6,4	5,5	5,1	4,9	5,3	5,9	6,8	6,5	6,2
I_{S4}	кг · м ²	3,1	5,1	4,3	7,1	6,7	9,1	7,6	10,9	9,5	12,7
P_c	Н	9000	910	880	9800	8900	9700	9900	950	9000	9800
φ_I	°	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270

К схеме 3											
Параметры	Единицы измерения	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_{OA}	м	0,3	0,25	0,2	0,35	0,4	0,2	0,25	0,28	0,18	0,3
l_{BC}	м	0,24	0,2	0,16	0,28	0,32	0,15	0,18	0,2	0,13	0,22
l_{CD}	м	1,05	0,9	0,7	1,25	1,4	0,8	1,0	1,15	0,75	1,2
l_{OB}	м	0,09	0,08	0,06	0,11	0,12	0,1	0,15	0,08	0,08	0,06

m_1	кг	8	6	4	8	9	10	5	4	8	7
m_3	кг	10	8	6	10	12	11	7	9	10	12
m_4	кг	15	16	14	18	20	14	16	20	13	15
m_5	кг	200	250	180	300	350	180	250	220	280	140
I_{S1}	кг · м ²	0,52	0,5	0,5	0,55	0,6	0,5	0,55	0,6	0,45	0,52
I_{S3}	кг · м ²	1,6	1,4	1,0	1,8	2,0	1,2	1,3	1,4	0,8	1,5
I_{S4}	кг · м ²	3,5	3,0	2,8	4,0	4,5	2,8	3,0	4,0	2,6	3,5
P_c	Н	350	500	550	400	650	400	500	350	600	700
φ_1	°	270	290	310	330	350	10	30	50	70	90

К схеме 4											
Параметры	Единицы измерения	Вариант									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
l_{AB}	м	0,16	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,26	0,3	0,28	0,22
l_{AC}	м	0,48	0,5	0,48	0,52	0,5	0,56	0,6	0,67	0,69	0,68
l_{CD}	м	0,17	0,25	0,19	0,26	0,2	0,27	0,21	0,29	0,23	0,32
l_{DE}	м	0,55	0,54	0,52	0,52	0,51	0,55	0,5	0,58	0,56	0,62
m_1	кг	10	5	4	8	7	8	6	4	8	9
m_3	кг	17	21	18	22	19	24	20	22	20	25
m_4	кг	10	12	14	14	17	12	11	9	9	15
m_5	кг	12	15	18	19	20	18	14	13	12	14
I_{S1}	кг · м ²	0,17	0,18	0,19	0,2	0,21	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
I_{S3}	кг · м ²	0,2	0,3	0,5	0,4	0,6	0,7	0,8	1	0,9	1,2
I_{S4}	кг · м ²	1,5	1,0	1,8	1,0	1,2	1,8	1,0	1,4	1,6	1,1
P_c	Н	5000	5300	4800	6000	4900	6100	4400	5300	5700	5500
φ_1	°	90	110	130	150	170	190	210	230	250	270

Шкала оценивания расчетно-графических работ по разделу 2

№ работы	Баллы рейтинговой оценки
8	4
9	2
10	4
Итого	10

Вопросы к собеседованию по разделу 2 – УО-3

1. Предмет теории механизмов и машин. Основные понятия и определения (машина, механизм, деталь, звено, стойка, входное и выходное звенья, кинематическая пара, кинематическая цепь).

2. Высшие и низшие кинематические пары. Классификация кинематических пар (пять классов) по числу условий связи. Замыкание кинематических пар (геометрическое и силовое).

3. Степень свободы кинематической цепи. Структурные формулы Сомова-Малышева и Чебышева. Условие структурной работоспособности механизма.

4. Структурный синтез механизма (первичный (или основной) механизм; структурные группы Ассура и их свойства; принцип образования плоских рычажных механизмов).

5. Структурная классификация Ассура-Артоболевского и структурный анализ механизмов.

6. Основные типы и назначение механических передач, их сравнительная характеристика. Понятие передаточного отношения, редуктор, мультипликатор. Определение передаточного отношения простой передачи. Расчет передаточного отношения многоступенчатых передач.

7. Задачи и методы кинематического анализа плоских рычажных механизмов.

8. Классификация сил, действующих на звенья механизма. Определение инерционной нагрузки звеньев механизма. Реакции во вращательной, поступательной и высшей кинематических парах.

9. Задачи силового анализа рычажных механизмов, метод кинетостатики, порядок расчета. Основные виды деталей рычажных механизмов.

10. Задачи уравнивания механизмов. Уравнивание (балансировка) роторов.

11. Понятие динамической модели механизма. Приведение сил и масс к одному звену.

12. Уравнение движения механизма в энергетической форме, в дифференциальной форме.

13. Режимы движения механизмов и машин. Основные энергетические характеристики режимов установившегося движения, разбега и торможения.

14. Неравномерность движения механизмов (причины колебаний скорости входного звена механизма и их последствия; виды колебаний и способы уменьшения их амплитуды). Средняя скорость движения механизма. Понятие коэффициента неравномерности движения.

15. Обеспечение работы механизма с заданным коэффициентом неравномерности. Понятие о маховике. Основные размеры маховика.

Шкала оценивания обучающегося на коллоквиуме по разделу 2

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	9-10

Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	7-8
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	5-6
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-4

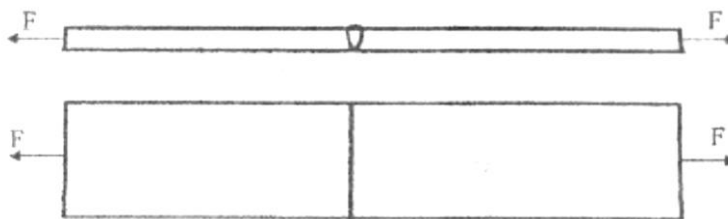
Раздел 3

Текущий контроль заключается в проверке своевременности, самостоятельности и правильности выполнения разноуровневых задач и расчетно-графических заданий. Комплекты задач к выполнению расчетно-графических заданий приведены в методических указаниях к выполнению самостоятельной работы по прикладной механике [12] и выдаются на практических занятиях.

Пример комплекта задач по разделу 3

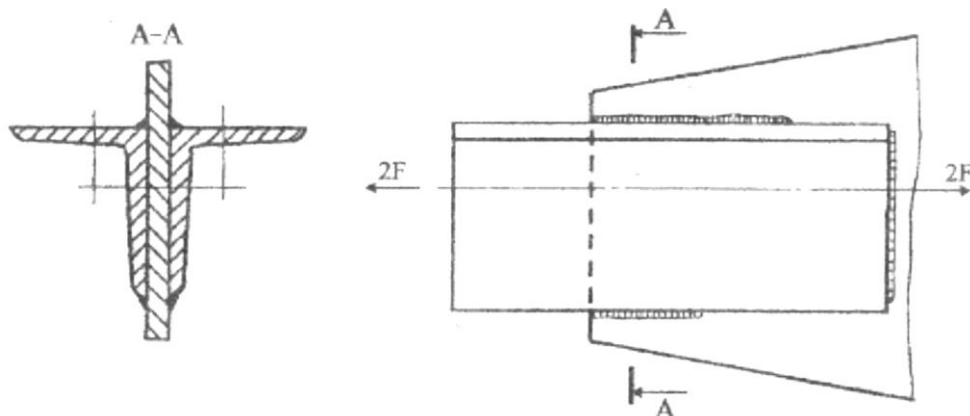
Задача 1. Расчет неразъемных соединений (тема 16)

Тип 1 (репродуктивный уровень). Рассчитать сварное соединение двух полос стыковым швом. Материал полос – сталь Ст3.



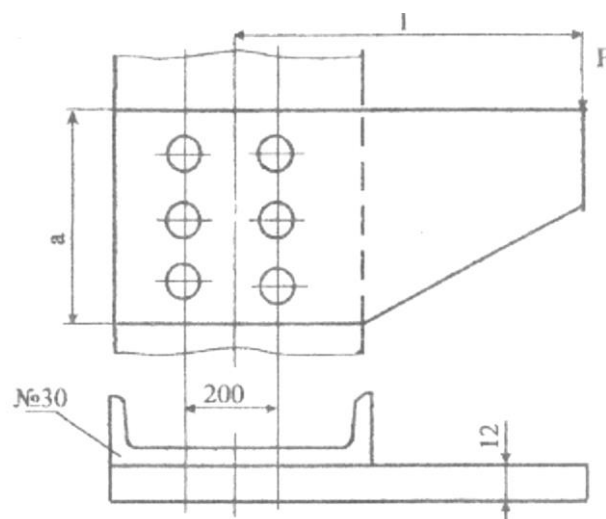
Данные для расчета	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Электроды	Э34	Э34	Э34	Э42	Э42	Э42	Э42	Э42А	Э42А	Э42А
Метод сварки	Ручная			Ручная				Автоматическая под слоем флюса		
Характер нагрузки	Знакопеременная			Пульсирующая				Статическая		

Тип 2 (реконструктивный уровень). Рассчитать сварное соединение, состоящее из двух неравнобоких уголков и косынки.



Данные для расчета	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$2F$, кН	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Электроды	Э42А	Э42А	Э42А	Э42	Э42	Э42	Э42	Э34	Э34	Э34
Метод сварки	Автоматическая под слоем флюса			Ручная			Ручная			
Характер нагрузки	Знакопеременная			Пульсирующая			Статическая			

Тип 3 (творческий уровень). Рассчитать заклепочное соединение: определить число и диаметр заклепок, соединяющих косынку со швеллерной балкой, высоту косынки a . Материал косынки, швеллера и заклепок – сталь Ст3. Недостающие данные принять самостоятельно.



Данные для расчета	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
l , мм	800	700	760	740	720	700	680	660	640	620

Вопросы к собеседованию по разделу 3 – УО-4

1. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин. Характерные поломки деталей машин.

2. Основы расчета прочности деталей машин при статических и переменных нагрузках. Надежность и долговечность деталей машин. Технологические требования к конструкции деталей машин. Стандартизация и взаимозаменяемость деталей машин.

3. Основные машиностроительные материалы и их применение.

4. Основные типы резьб. Основные типы крепежных изделий. Основы теории винтовой пары. Способы затяжки и стопорения резьбовых соединений.

5. Расчет на прочность стержня болта (винта, шпильки) при различных случаях нагружения и статических нагрузках.
6. Соединение деталей с натягом. Основы проектирования и конструирования соединений.
7. Шпоночные соединения. Области применения. Критерии работоспособности. Расчет прочности.
8. Виды шлицевых соединений. Основы расчета прочности и конструирования шлицевых соединений. Варианты центрирования.
9. Передачи механического движения: классификация, структурные схемы, сравнительные характеристики, параметры, критерии работоспособности.
10. Теорема о мгновенном передаточном отношении (теорема Виллиса). Скорость скольжения сопряженных профилей. Угол давления.
11. Эвольвента окружности, ее свойства и уравнение в полярных координатах. Графическое построение эвольвенты.
12. Геометрические элементы зубчатых колес. Понятие о модуле зацепления.
13. Кинематические характеристики зубчатой пары (передаточное отношение, передаточное число). Общие сведения о точности зубчатых колес.
14. Изготовление зубчатых колес. Геометрия исходного производящего контура. Зуборезный инструмент.
15. Особенности геометрии косозубых цилиндрических колес.
16. Материалы и химико-термическая обработка зубчатых колес.
17. Критерии работоспособности и расчета зубчатых цилиндрических передач. Силы, действующие в зацеплениях косозубых и прямозубых зубчатых передач.
18. Расчет контактной выносливости рабочих поверхностей зубьев цилиндрических эвольвентных передач. Определение допускаемых напряжений. Зависимости проверочного и проектного расчетов.
19. Расчет зубьев на выносливость при изгибе. Определение допускаемых напряжений. Зависимости проверочного и проектного расчетов.
20. Конические зубчатые передачи. Особенности геометрии, кинематики и расчета контактной и изгибной выносливости зубьев.
21. Ременные передачи. Принцип действия и классификация. Достоинства и недостатки. Кинематика и геометрия передачи. Способы натяжения ремней.
22. Силы, действующие в ремнях, нагрузки на валы и опоры. Методика расчета клиноременных передач.
23. Цепные передачи. Классификация и конструкция основных видов приводных цепей и звездочек. Основные характеристики. Критерии работоспособности элементов цепей. Способы натяжения цепей.
24. Валы и оси. Общие сведения и основы конструирования. Материалы и обработка валов и осей.
25. Расчетные схемы валов и осей. Расчет на прочность.
26. Расчет валов на жесткость и колебания. Характерные поломки валов.

27.Подшипники скольжения. Область применения. Режимы работы. Подшипниковые материалы и применяемые смазки. Критерии работоспособности. Основы расчета радиальных подшипников скольжения.

28.Классификация подшипников качения, классы точности. Область применения подшипников различных типов. Методика подбора и расчета подшипников качения. Места для установки подшипников качения.

29.Муфты. Назначение и классификация муфт. Муфты постоянного сцепления, жесткие и компенсирующие. Сцепные муфты, конструкция и расчет на прочность деталей муфты.

30.Уплотнения подвижных и неподвижных соединений. Уплотнительные материалы.

Шкала оценивания обучающегося на собеседовании по разделу 3

Уровень освоения материала	Баллы рейтинговой оценки
Теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с материалом полностью сформированы. Обучающийся исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий.	14-15
Теоретическое содержание дисциплины освоено практически полностью, обучающийся грамотно и по существу излагает материал, не допуская существенных неточностей, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.	12-13
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся имеет знания только основного материала, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении материала, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, однако обучающийся испытывает затруднения при решении практических задач.	9-11
Теоретическое содержание дисциплины освоено частично, обучающийся допускает существенные ошибки, не видит взаимосвязи теории с практикой, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных рабочей программой дисциплины учебных заданий не выполнено. Необходима дополнительная самостоятельная работа над материалом курса.	0-9

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Вопросы к экзамену

1.Предмет теории механизмов и машин. Основные понятия и определения (машина, механизм, деталь, звено, стойка, входное и выходное звенья, кинематическая пара, кинематическая цепь).

2.Высшие и низшие кинематические пары. Классификация кинематических пар (пять классов) по числу условий связи. Замыкание кинематических пар (геометрическое и силовое).

3.Степень свободы кинематической цепи. Структурные формулы Сомова-

Малышева и Чебышева. Условие структурной работоспособности механизма.

4. Структурный синтез механизма (первичный (или основной) механизм; структурные группы Ассура и их свойства; принцип образования плоских рычажных механизмов).

5. Структурная классификация Ассура-Артоболевского и структурный анализ механизмов.

6. Основные требования, предъявляемые к машинам и механизмам.

7. Основные критерии работоспособности и расчета деталей машин. Характерные поломки деталей машин. Надежность и долговечность. Стадии конструирования машин.

8. Технологические требования к конструкции деталей машин. Стандартизация и взаимозаменяемость деталей машин. Размеры. Допуски и посадки. Шероховатость поверхности. Точность геометрической формы.

9. Основные машиностроительные материалы и их применение. Термическая и химико-термическая обработка сталей.

10. Основные типы и назначение механических передач, их сравнительная характеристика. Понятие передаточного отношения, редуктор, мультипликатор. Определение передаточного отношения простой передачи. Расчет передаточного отношения многоступенчатых передач.

11. Ременные передачи. Принцип действия, основные виды, достоинства и недостатки. Механика ременной передачи (упругое скольжение ремня, кинематика и геометрия передачи, силы в передаче, КПД, напряжения в ремне).

12. Критерии работоспособности и расчета ременных передач. Методика расчета плоскоремennых и клиноремennых передач. Ремни и шкивы.

13. Зубчатые передачи. Принцип действия, основные виды, достоинства и недостатки. Элементы теории зацепления (понятие сопряженных профилей, теорема Виллиса и её следствия), эвольвента, эвольвентное зацепление, его основные свойства и качественные характеристики.

14. Геометрические параметры цилиндрической прямозубой передачи. Модуль.

15. Изготовление зубчатых колес. Геометрия исходного производящего контура. Зуборезный инструмент. Точность изготовления зубчатых колес.

16. Особенности геометрии косозубых и шевронных цилиндрических передач. Особенности геометрии конических передач.

17. Механика зубчатой передачи (кинематика, силы в передаче, КПД, расчетные нагрузки).

18. Виды повреждений зубчатых передач и критерии работоспособности. Расчет зубьев на прочность при изгибе. Расчет на контактную прочность активных поверхностей зубьев.

19. Материалы, термообработка и допускаемые напряжения для зубчатых колес. Конструкции зубчатых колес.

20. Червячные передачи. Конструкция, достоинства и недостатки. Геометрия

червячных передач. Механика червячной передачи (кинематика, силы в передаче, КПД, расчетные нагрузки).

21. Виды повреждений и критерии работоспособности червячных передач. Расчеты на прочность.

22. Материалы и конструкции деталей червячной передачи.

23. Цепные передачи. Принцип действия, достоинства и недостатки. Виды и конструкции приводных цепей и звездочек. Материалы. Регулирование натяжения цепей, смазывание.

24. Механика цепной передачи (кинематика, силы в передаче). Основные параметры.

25. Критерии работоспособности и расчета цепных передач.

26. Рычажные механизмы. Основные виды, применение, достоинства и недостатки.

27. Задачи и методы кинематического анализа плоских рычажных механизмов.

28. Задачи силового анализа рычажных механизмов, метод кинетостатики, порядок расчета. Основные виды деталей рычажных механизмов.

29. Задачи уравнивания механизмов. Уравнивание (балансировка) роторов.

30. Кулачковые механизмы. Конструкция, основные виды, применение, достоинства и недостатки. Выбор закона движения толкателя кулачкового механизма.

31. Определение основных размеров и построение профиля кулачка. Расчет деталей на прочность.

32. Валы и оси, назначение и классификация. Основы конструирования и материалы валов и осей.

33. Расчетные схемы валов. Расчет валов на прочность и жесткость.

34. Муфты. Назначение, классификация и область применения муфт. Компенсирующие и упругие нерасцепляемые (постоянные) муфты. Сцепные управляемые и самоуправляемые муфты.

35. Опоры валов и осей. Общая характеристика, классификация, область применения и особенности работы подшипников скольжения.

36. Виды повреждений и критерии работоспособности подшипников скольжения. Условные расчеты подшипников скольжения.

37. Конструкции подшипников скольжения и материалы деталей. Смазывание.

38. Общая характеристика, классификация и область применения подшипников качения. Точность. Материалы деталей.

39. Особенности кинематики и динамики подшипников качения. Основные виды повреждений и критерии работоспособности подшипников качения. Методика расчета (подбора) подшипников качения.

40. Конструкции подшипниковых узлов. Уплотняющие устройства и смазывание подшипников.

41. Детали корпусов, конструкции, материалы. Критерии работоспособности и

основы конструирования корпусных деталей.

42.Общая характеристика сварных соединений. Критерии работоспособности и расчет на прочность сварных соединений.

43.Заклепочные соединения. Критерии работоспособности и расчет на прочность.

44.Общая характеристика резьбовых соединений. Особенности работы резьбовых соединений. Критерии работоспособности и расчет на прочность.

45.Соединения типа вал-ступица (соединения с натягом, шпоночные, шлицевые и штифтовые соединения), назначение и области применения. Критерии работоспособности и расчеты.

Оценивание студента на экзамене по дисциплине:

Баллы (итоговой рейтинговой оценки)	Освоение компетенций	Требования к знаниям
100-85	Продвинутый уровень	Ответы на поставленные вопросы полные, четкие и развернутые. Решения задач логичны, доказательны и демонстрируют аналитические и творческие способности студента.
84-70	Средний уровень	Даются полные ответы на поставленные вопросы. Показано умение выделять причинно-следственные связи. При решении задач допущены незначительные ошибки, исправленные с помощью «наводящих» вопросов преподавателя.
69-60	Базовый уровень	Ответы на вопросы и решения поставленных задач недостаточно полные. Логика и последовательность в решении задач имеют нарушения. В ответах отсутствуют выводы.

Студент, получивший менее 60% от максимального балла за раздел дисциплины или промежуточную аттестацию, считается неаттестованным по данной дисциплине.

Итоговая оценка выставляется путем перевода набранных баллов в соответствии со следующей таблицей:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы и экзамен	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C
	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	E
	60-64	
2 – «неудовлетворительно»	Менее 60	F

Методические указания для преподавателя

1. Указания для проведения лекций

На первой вводной лекции сделать общий обзор содержания курса и отметить новые методы и подходы к решению задач, рассматриваемых в курсе, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо продумать план его проведения, содержание вступительной, основной и заключительной части лекции,

ознакомиться с новинками учебной и методической литературы, публикациями периодической печати по теме лекционного занятия. Перед изложением текущего лекционного материала напомнить об основных итогах, достигнутых на предыдущих лекциях. С этой целью задать несколько вопросов аудитории и осуществить выборочный контроль знания студентов.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия. Раскрывая содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов.

Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя, категориальный аппарат. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к занятию. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами.

На последней лекции уделить время для обзора наиболее важных положений, рассмотренных в курсе.

2. Указания для проведения практических занятий

Четко обозначить тему семинара.

Обсудить основные понятия, связанные с занятием.

В процессе решения задач вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний.

Отмечать студентов, наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях.

В конце занятия задать аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным.

При использовании индивидуальных заданий требовать от студента письменный отчет о проделанной работе.

При применении фронтальных заданий вести коллективные обсуждения со студентами основных теоретических положений.

С целью контроля качества выполнения самостоятельной работы требовать индивидуальные отчеты (допустимо вместо письменного отчета применять индивидуальные контрольные вопросы).

Методические указания для студента

1. Указания для прослушивания лекций

Перед началом занятий внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы.

Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. Не надо опасаться, что вопросы могут быть простыми.

На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач.

В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности часто возвращаться к основным понятиям и методам решения задач (здесь возможен выборочный контроль знаний студентов).

Желательно использовать конспекты лекций, в которых используется принятая преподавателем система обозначений.

Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными литературными источниками и вновь появляющимися источниками.

2. Указания для участия в практических занятиях.

Перед посещением уяснить тему занятия и самостоятельно изучить связанные с ней понятия и методы решения задач.

Перед решением задач активно участвовать в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой занятия.

В процессе решения задач вести дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения.

По возможности самостоятельно доводить решение предлагаемых задач до окончательного итога.

В конце практического занятия при необходимости выяснить у преподавателя неясные вопросы.

Основные результаты выполнения работы необходимо распечатать.

3. Указания для выполнения самостоятельной работы

Получить у преподавателя задание и список рекомендованной литературы. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю.

Подготовить письменный отчет о проделанной работе.

При выполнении фронтальных заданий по усмотрению преподавателя работа может быть оценена без письменного отчета на основе ответов на контрольные вопросы, при условии активной самостоятельной работы.

Подготовить ответы на контрольные вопросы.

Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

Основная литература

1. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Елифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров ; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/131016>
2. Федорова, М. А. Краткий курс по прикладной механике : учебное пособие / М. А. Федорова, Е. П. Степанова, С. П. Андросов. — Омск : ОмГТУ, 2018. — 152 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/149171/#2>
3. Сопротивление материалов: учебник/ Б.Е. Мельников, Л.К. Паршин, А.С. Семенов, В.А. Шерстнев. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 576 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/131018/#2>
4. Молотников, В.Я. Техническая механика: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 476 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/91295/#4>

Дополнительная литература

5. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов. Сборник заданий с примерами их решения: учебное пособие / В. Г. Атапин. — Новосибирск: НГТУ, 2016. — 148 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/118058>
6. Чмиль, В.П. Теория механизмов и машин / В.П. Чмиль. — М.: Лань, 2012. — 279 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/view/book/3183/>.
7. Шишлов, С. А. Теория механизмов и машин : учебное пособие / С. А. Шишлов. — Уссурийск: Приморская ГСХА, 2017. — 125 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/149276/#1>

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

8. Прикладная механика. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения/ Сост. Каримов И. — Режим доступа: <http://www.prikladmeh.ru>
9. Теория механизмов и машин. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения/ Сост. Каримов И. — Режим доступа: <http://www.teormach.ru>
10. Сопротивление материалов. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения/Сост. Каримов И. — Режим доступа: <http://www.soprotmat.ru>
11. Детали машин. Электронный учебный курс для студентов очной и заочной форм обучения/Сост. Каримов И. — Режим доступа: <http://www.detalmach.ru>

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

12. Чернова Н.М. Прикладная механика: методические указания к выполнению самостоятельной работы по прикладной механике (в апробации).

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Лекционные занятия проводятся в учебной аудитории, оборудованной видеопроектором, экраном, персональным компьютером и динамиками.

Практические занятия проводятся в аудитории, в которой имеется набор наглядных пособий (кривошипно-ползунный механизм, кривошипно-коромысловый четырехшарнирный механизм, кривошипно-кулисный механизм, зубчатый механизм с цилиндрическими колесами, зубчатый механизм с коническими колесами,

планетарный зубчатый механизм, винтовой дифференциальный механизм, кулачковый механизм.

Для самостоятельной работы обучающихся имеются специализированные помещения, оборудованные персональными компьютерами с выходом в Интернет и с доступом к электронно-библиотечной системе, электронной библиотеке и электронной информационно-образовательной среде вуза, а также к другим библиотечным фондам.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС НИЯУ МИФИ и учебным планом основной образовательной программы по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология».

Рабочую программу составил



профессор, Чернова Н.М.

Рецензент



доцент, Барановская Л.В.

Программа одобрена на заседании УМКН 18.03.01 «Химическая технология» от 15.11.2021 года, протокол № 2.

Председатель учебно-методической комиссии



Чернова Н.М.