



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Направление подготовки
13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
Направленность (профиль) программы
Энергообеспечение предприятий
Программа подготовки - бакалавриат
Уровень высшего образования – бакалавр

Форма обучения - заочная

Институт
Кафедра
Курс

металлургии, машиностроения и материалобработки
механики
3

Магнитогорск 2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом МОиН РФ от 01.10.2015 № 1081.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Механики «26» сентября 2018г., протокол №2.

Зав. кафедрой  /А.С. Савинов /

Рабочая программа одобрена методической комиссией института металлургии, машиностроения и материалообработки «2» октября 2018 г., протокол № 2.

Председатель:  /А.С. Савинов /

Согласовано:

Зав. кафедрой Т и ЭС

 /Е.Б. Агапитов/

Рабочая программа составлена: профессор кафедры Механики, к.т.н., профессор

 /А.К. Белан/

Рецензент:

Директор ЗАО НПО «Центр химических технологий», к.т.н.

 /В.П. Дзюба/

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Прикладная механика» является успешное владение обучающимися общими понятиями об элементах, применяемых в сооружениях, конструкциях, машинах и механизмах, о современных методах расчёта этих элементов на прочность, жёсткость и устойчивость и служит основой изучения специальных дисциплин.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы подготовки специалиста

Дисциплина Б1.Б.15 «Прикладная механика» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль Энергообеспечение предприятий.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, владения, сформированные в результате изучения дисциплин Б1.Б.09 «Математика», Б1.Б.10 «Физика», Б1.Б.14 «Теоретическая механика».

Дисциплина «Прикладная механика» должна давать теоретическую и практическую подготовку в ряде областей, связанных с проектированием и эксплуатацией теплообменного оборудования предприятий.

Знания и умения, полученные обучающимися при изучении дисциплины «Прикладная механика» будут необходимы при изучении дисциплины Б.1.В.07 «Тепломассообменное оборудование предприятий» и выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины «Прикладная механика» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	ОПК-2 – способен демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин, готов выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Знать:	<ul style="list-style-type: none">• основные принципы, положения и гипотезы прикладной механики;• основы расчётов на прочность, характеристики и другие свойства конструкционных материалов;• законы механики, основы теории механизмов и деталей машин; основы конструирования механизмов и деталей приборов, взаимозаменяемость деталей.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none">• грамотно составлять расчетные схемы;• определять теоретически и экспериментально внутренние усилия, напряжения, деформации и перемещения;• проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none">• определять с помощью экспериментальных методов механические характеристики материалов;• навыками рационального проектирования механизмов и деталей

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<p>машин при деформациях растяжения-сжатия, изгиба, кручения, с учетом жесткости и устойчивости рассматриваемых систем;</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами решения проектно-конструкторских и технологических задач с использованием современных программных продуктов навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений.
<p>ПК-2 - способен проводить расчёты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> • проблемы создания различных типов промышленного оборудования, принципы работы, технические характеристики; • критерии выбора предельной нагрузки по всем основным теориям прочности для механизмов теплотехнического оборудования; • методы проектирования и расчета на прочность и жесткость механизмов промышленного теплотехнического оборудования.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> • пользоваться справочной литературой по направлению своей профессиональной деятельности; • применять на практике методы и методики расчёта на прочность, жесткость деталей механизмов и машин; • применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> • методами расчёта по типовым методикам деталей технологического оборудования; • методами проектирования и расчёта по типовым методикам технологического оборудования с использованием стандартных средств; • методами расчёта по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием.
<p>ПК-3 – способен участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам</p>	
Знать:	<ul style="list-style-type: none"> • методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; • методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; проблемы создания машин различных типов, приводов, систем, принципы работы; • методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; проблемы создания машин различных типов, приводов, систем, принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств.
Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> • использовать руководящие материалы в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов; • использовать методические, нормативные и руководящие материала-

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	<p>лы в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов;</p> <ul style="list-style-type: none"> • выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию, информационному обслуживанию, метрологическому обеспечению, техническому контролю энергообъектов и их элементов.
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> • методиками проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок; • методами и участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов; • методами по проведению проектных работ и участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов.

4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 72 акад. часов;
- аудиторная работа – 68 акад. часов;
- внеаудиторная работа – 4 акад. часа;
- самостоятельная работа – 36,3 акад. часа;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. часа

Раздел / тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. раб.	Практич. занятия				
1. Введение в курс. Основные задачи курса. Связь с другими дисциплинами	4	2		4	2	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ОПК-2-зув
2. Центральное растяжение – сжатие. Сдвиг. Кручение. Изгиб	4	4		4/2И	6	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля. Выполнение РГР 1. «Построение эпюр ВСФ»	Защита РГР 1	ОПК-2-зув
3. Геометрические характеристики плоских поперечных сечений	4	4		4/2И	4	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля. Выполнение РГР 2. «Геометрические характеристики плоских сечений»	Защита РГР 2	ОПК-2-зув
4. Структурный и кинематический анализ механизмов	4	6		6/2И	4	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 3. «Структурный и кинематический анализ механизмов»	Защита РГР 3	ПК-2-зув

Раздел / тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа (в акад. часах)	Вид самостоятельной работы	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаб. раб.	Практич. занятия				
5. Механические передачи трением и зацеплением	4	6		6/2И	6	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 4. «Расчёт привода технологической машины»	Теоретический опрос	ПК-2-зув
6. Валы и оси. Опоры скольжения и качения	4	4		4/2И	4	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 4. «Расчёт привода технологической машины»	Теоретический опрос Защита РГР 4	ПК-2-зув
7. Соединения деталей машин	4	4		4/2И	6	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ПК-3-зув
8. Упругие элементы, муфты, корпусные детали	4	4		4/2И	4,3	Усвоение материала, подготовка к тестированию режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ПК-3-зув
Итого по дисциплине	4	34		34/14И	36,3		Экзамен	ОПК-2, ПК-2, ПК-3

5 Образовательные и информационные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Прикладная механика» используются традиционная и модульно - компетентностная технологии.

Образовательные технологии ориентируются на организацию образовательного процесса, предлагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения)

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Прикладная механика» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Информационные лекции проходят в традиционной форме (монолог преподавателя), в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятий используется работа в команде и методы информационных технологий. Часть практических занятий ведутся в интерактивной форме. Интерактивная технология предполагает активное и нелинейное взаимодействие всех участников, достижение на этой основе лично значимого для них образовательного результата. Учебные занятия с использованием специализированных интерактивных технологий ведутся в форме учебных дискуссий, эвристических бесед, обучение на основе опыта.

Самостоятельная работа стимулирует обучающихся в процессе подготовки домашних заданий (РГР), при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

По дисциплине «Прикладная механика» предусмотрено выполнение расчётно-графических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

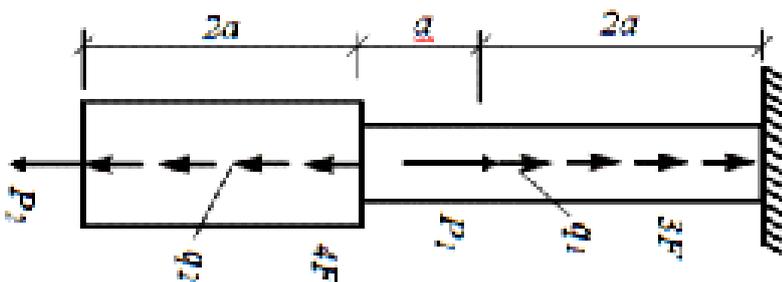
Примерные расчётно-графические работы (РГР)

РГР №1 Построение эпюр ВСФ в статически определимых стержневых системах

Задача 1. Для статически определимого стержня ступенчато постоянного сечения по схеме при заданных осевых нагрузках и геометрических размерах, требуется:

1. Определить опорную реакцию в месте закрепления стержня.
2. Вычислить значения продольных сил и нормальных напряжений в характерных сечениях и построить эпюры этих величин.
3. Найти величины абсолютных удлинений (укорочений) участков стержня и величину общего удлинения (укорочения) стержня в целом.
4. Определить значения осевых перемещений характерных сечений и построить эпюру осевых перемещений.

$a=2\text{м}$, $P_1= 15\text{ кН}$, $P_2= 10\text{ кН}$, $q_1=2\text{ кН/м}$, $q_2=4\text{ кН/м}$, $F=10\text{см}^2$

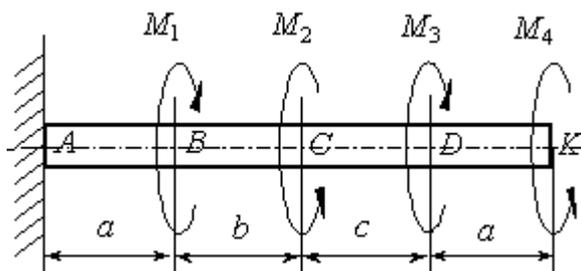


Задача 2. К стальному валу приложены скручивающие моменты:

$M_1 = 3 \text{ кНм}$, $M_2 = 7 \text{ кНм}$, $M_3 = 9 \text{ кНм}$, $M_4 = 5 \text{ кНм}$.

Требуется

- 1) построить эпюру крутящих моментов;
- 2) при заданном значении $[\tau]$ определить диаметр вала из расчета на прочность и округлить его величину до ближайшего большего значения из данного ряда диаметров 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100 мм;
- 3) построить эпюру углов закручивания;
- 4) найти наибольший относительный угол закручивания.



Задача 3

Прямой поперечный изгиб. Расчеты на прочность

Рассчитать на прочность по методу предельных состояний двутавровую прокатную балку. Материал балки сталь ВСт 3. Предел текучести $\sigma_t = 240 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление по пределу текучести $R = 210 \text{ МПа}$, расчетное сопротивление при сдвиге $R_s = 130 \text{ МПа}$. Коэффициент условий работы $\gamma_c = 0,9$. Коэффициент надежности по нагрузке $\gamma_f = 1,2$.

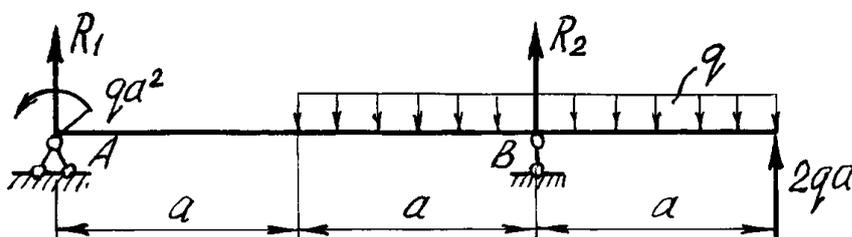
1. Подобрать сечение балки из двутавра, используя условие прочности по первой группе предельных состояний.

2. Для сечения балки, в котором действует наибольший изгибающий момент, построить эпюру нормальных напряжений и проверить выполнение условия прочности по нормальным напряжениям.

Для сечения, в котором действует наибольшая поперечная сила, построить эпюру касательных напряжений и проверить выполнение условий прочности по касательным напряжениям.

3. Для сечения балки, в котором M и Q имеют одновременно наибольшие или достаточно большие значения, найти величины главных напряжений и положение главных площадок в стенке на уровне ее примыкания к полке.

$a = 2 \text{ м}$, $q = 5 \text{ кН/м}$



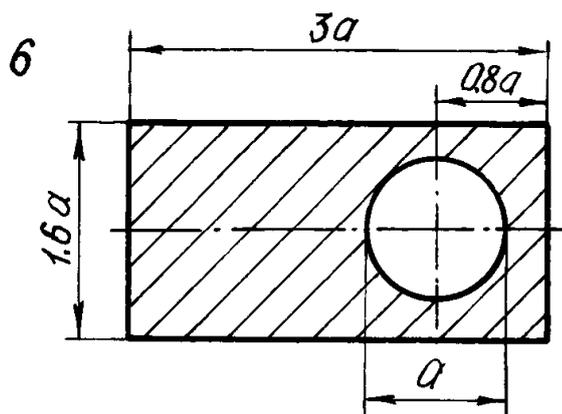
ГРП №2 Геометрические характеристики поперечных сечений стержней

Для несимметричных сечений по схемам при заданных размерах, требуется:

1. определить положение центра тяжести;
2. вычислить осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей;
3. определить положение главных центральных осей инерции и величины главных моментов инерции;

4. построить круг инерции и определить графически величины главных моментов инерции и направления главных центральных осей.

$a=10\text{см}$



РГР №3 Структурный, кинематический анализ и силовой расчёт механизма

1. Построение кинематической схемы механизма в требуемом положении (для заданной угловой координаты φ_1).
2. Построение плана скоростей. Определение скоростей центров масс звеньев и угловых скоростей звеньев.
3. Построение плана ускорений. Определение ускорений центров масс и угловых ускорений звеньев.
4. Определение величин и направлений сил, действующих на звенья механизма (сил тяжести, инерции, полезного сопротивления и момента сил инерции).
5. Разложение механизма на статически определимые группы звеньев (группы Ассура).
6. Составление алгебраических уравнений суммы моментов сил и векторных уравнений суммы сил для каждой структурной группы Ассура и ведущего звена. Решение уравнений графическим способом.
7. Определение уравновешивающей силы методом Н.Е.Жуковского.

Задание № 1 к РГР 3

Проектирование и исследование механизмов двухударного холодновысадочного автомата

Двухударный холодновысадочный автомат, схема механизмов которого приведена на рис. 1, а, предназначен для изготовления из калиброванного прутка заготовок болтов, винтов и других изделий со сложной формой головки. На автомате все операции: подача прутка, отрезка, перемещение заготовки и выталкивание готового изделия из матрицы – полностью автоматизированы.

От вала электродвигателя 8 (рис. 1, б) через ременную передачу 9-9' вращение передается коленчатому валу 10 (ось AA) и далее через зубчатую передачу 11-12 распределительному валу 13. Основная масса сосредоточена на шкиве 9. Коэффициент неравномерности вращения $\delta=1/15$. Мощность электродвигателя 20 кВт.

Кривошипно-ползунный механизм высадки (рис. 1, б), состоящий из кривошипа 1, шатуна 2 и высадочного ползуна 3 (H_c – ход ползуна), приводится в движение от коленчатого вала 10. Высадка головки изделия осуществляется поочередно двумя пуансонами, закрепленными в пуансонодержателе ползуна 3, за два оборота кривошипа 1. При обеих высадках ползун 3 перемещается на расстояние h_b (при этом кривошип повернется на угол φ_b). График усилий (P_3, S_c) первой и второй высадки представлен на рис. 1, в.

Все остальные механизмы автомата получают движение от распределительного вала 13 (ось DD). Ползун 6 механизма отрезки прутка приводится в движение через шатун 5 от криво-

Исходные данные

Таблица 1

Параметры	Обозначения	Единицы измерения	Числовые значения для вариантов									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Угол поворота кривошипа 1 на время первой и второй высадки	ФВ	град	60	60	55	55	50	50	60	55	50	60
2. Ход ползуна 3 при высадке	hв	м	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03
3. Отношение длины шатуна 2 к длине кривошипа 1	Λ1	-	6,6	7	7	6,5	7,2	7	6,5	7,2	7	6,7
4. Начальное усилие высадки	PЗ _{нач}	кН	70	75	85	70	75	65	80	75	70	65
5. Максимальное усилие высадки	PЗ _{max}	кН	650	650	750	600	700	550	600	700	650	750
6. Частота вращения кривошипа	n	об/мин	60	65	70	75	80	85	80	75	70	85
7. Масса коленчатого вала 10	m10	кг	520	530	540	550	560	500	510	560	520	550
8. Масса шатуна 2	m2	кг	75	64	68	72	76	80	70	65	73	75
9. Масса ползуна 3	m3	кг	325	300	310	315	320	300	305	310	315	320
10. Момент инерции шатуна 2	IS2	кг м ²	3,0	4,5	5,0	7,0	8,0	7,5	3,5	4,0	5,5	6,0
11. Угол поворота кривошипа 4 за время отрезки заготовки	Фр	град	20	20	20	25	25	25	25	20	20	25
12. Ход ползуна 6 за время отрезки заготовки	hp	м	0,026	0,028	0,031	0,034	0,036	0,030	0,032	0,028	0,027	0,034
13. Отношение длины шатуна 5 к длине кривошипа 4	Λ2	-	3,6	3,8	3,8	3,7	4,0	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
14. Максимальное усилие, действующее на ползун 6	P6	кН	55	52	50	48	45	50	49	55	52	50
15. Масса шатуна 5	m5	кг	24	28	32	36	40	35	26	30	34	38
16. Масса ползуна 6	m6	кг	70	72	77	76	78	75	80	78	72	75
17. Момент инерции шатуна 5	IS5	кг м ²	0,7	1,0	1,3	1,5	2,4	2,0	1,5	2,0	1,3	1,0
18. Число зубьев колес 11 и 12	Z11	-	12	13	14	15	16	14	16	15	14	12
	Z12	-	24	26	28	30	32	28	32	30	28	24
19. Модуль зубчатых колес 11 и 12	m	мм	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
20. Ход толкателя 15	h	м	0,02	0,025	0,018	0,024	0,016	0,02	0,018	0,02	0,022	0,016
21. Фазовые углы поворота кулачка 14: при подъеме и опускании толкателя 15 при выстое	Фп = Ф0	град	64	54	60	66	75	60	55	65	54	60
	Фвв	град	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
22. Максимально допустимый угол давления в кулачковом механизме	αдоп	град	25	30	25	30	25	30	25	30	25	30
23. Передаточное отношение ременной передачи 9-9'	U9-9'	-	7	7	6,5	6,5	7	6,5	6,5	7	7	6,5
24. Передаточное отношение однорядного планетарного редуктора	U1H	-	7	7	6,5	6,5	7	6,5	6,5	7	7	6,5
25. Число сателлитов в планетарном редукторе	k	-	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4

Задание № 2 к РГР 3

Проектирование и исследование механизмов ножниц для резки пруткового материала

Ножницы (рис. 2) предназначены для резки пруткового материала. Движение на ножницы передается от двигателя 3 (см. рис. 2) через планетарный редуктор П с колесами Z1, Z2, Z3, пару зубчатых колес Z4 и Z5 к кривошипному валу 1, который через шатун 2 приводит в движение коромысло 3, на котором располагается верхний нож ножниц (рис. 2, б), а нижний неподвижен и закреплен на станине. Маховик установлен на кривошипном валу 1. График изменения усилия резания P/P_{\max} (В/Г), действующего на подвижный нож, представлен на рис. 2, д. Принимается, что равнодействующая усилий резания приложена в точке К подвижного ножа.

Схема кулачкового механизма показана на рис. 2, в, график изменения ускорений толкателя $av(\Phi)$ – на рис. 2, г.

Исходные данные по проектированию приведены в табл. 2.

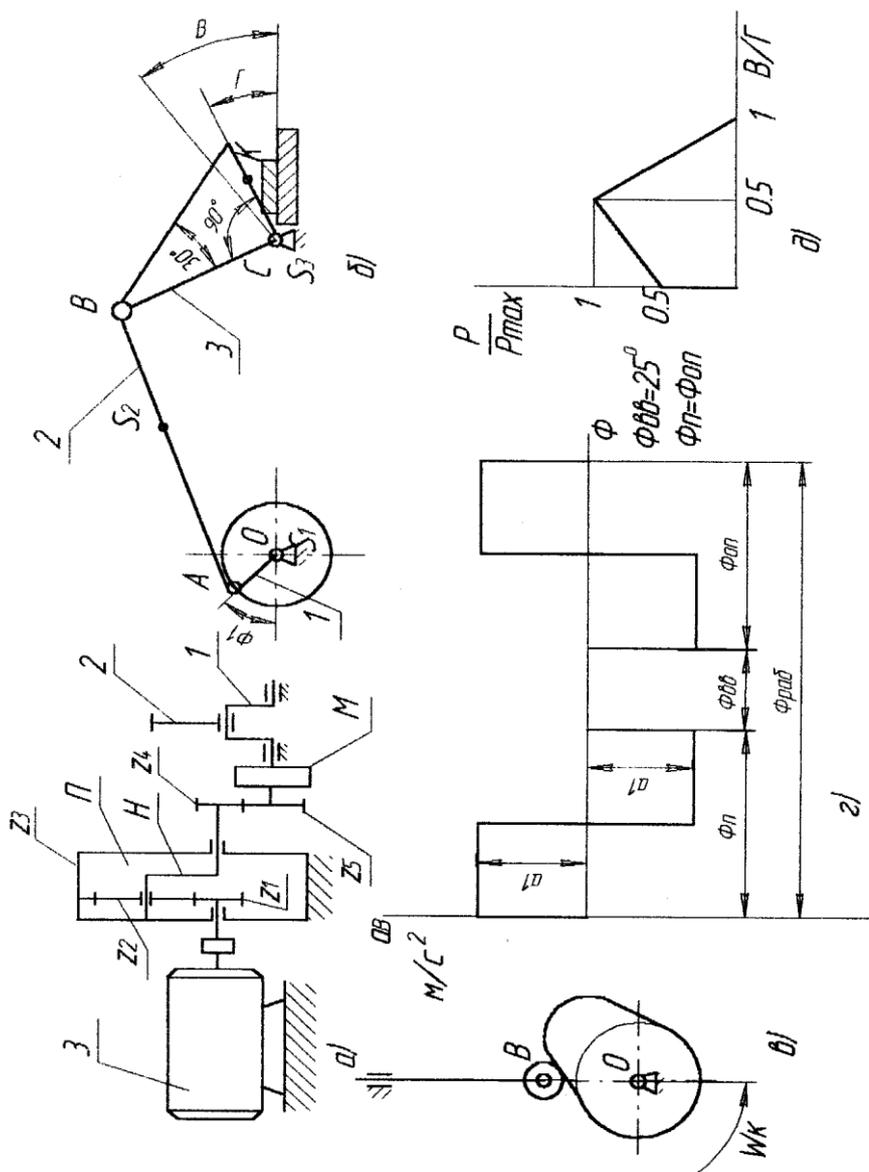


Рис. 2. Механизм ножниц для резки пруткового материала

Исходные данные

Таблица 2

Параметры	Обозначения	Единицы измерения	Числовые значения для вариантов									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Частота вращения электродвигателя	нд	с ⁻¹	14	16	16	14	16	15	15	14	16	15
2. Частота вращения кривошипа	n1	с ⁻¹	1,5	1,56	1,6	1,5	1,56	1,5	1,56	1,5	1,6	1,6
3. Расстояние между осями вращения кривошипа 1 и коромысла 3	ЮС	м	1,25	1,1	1,0	1,15	1,3	1,2	1,2	1,1	1,25	1,3
4. Длина коромысла 3	ICB	м	0,8	0,7	0,6	0,8	0,7	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7
5. Положение равнодействующих усилий	ICK	м	0,18	0,25	0,2	0,18	0,25	0,2	0,2	0,18	0,25	0,2
6. Угловой ход коромысла	V _{max}	град	26	25	30	28	25	24	27	28	26	30
7. Рабочий ход ножа	Г	град	16	18	15	16	18	15	17	18	16	15
8. Масса шатуна 2	m2	кг	160	200	220	210	180	150	170	190	200	210
9. Масса коромысла 3	m3	кг	1000	1000	900	1100	1200	1100	1200	900	1000	1100
10. Положение центра масс шатуна 2	IAS2/IAB	–	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,5
11. Момент инерции кривошипа 1	IS1	кг м ²	0,6	0,9	1,0	1,2	0,9	0,8	1,0	1,2	0,9	0,8
12. Момент инерции шатуна 2	IS2	кг м ²	3,5	4,0	3,9	4,0	4,0	3,8	3,7	3,9	3,5	4,0
13. Момент инерции коромысла 3	IS3	кг м ²	2,8	3,0	3,1	2,7	2,9	3,0	2,9	3,0	2,7	3,1
14. Коэффициент неравномерности вращения вала кривошипа	δ	–	0,14	0,12	0,16	0,17	0,13	0,12	0,17	0,16	0,12	0,15
15. Момент инерции ротора электродвигателя	I _p	кг м ²	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04
16. Максимальное усилие резания	P _{max}	кН	1000	1100	1200	900	1000	950	900	1000	1100	1200
17. Координата для силового расчета	Φ1	град	160	170	150	140	150	160	150	160	170	140
18. Ход толкателя	h	м	0,08	0,07	0,08	0,09	0,10	0,09	0,08	0,07	0,10	0,09
19. Частота вращения кулачка	нк	с ⁻¹	1,7	2,0	2,5	1,7	2,0	1,8	2,3	1,9	2,0	2,5
20. Максимально допустимый угол давления	α _{доп}	град	35	30	32	35	40	30	37	34	35	38
21. Угол рабочего профиля кулачка	Φ _{раб}	град	180	160	180	160	170	160	170	180	160	170
22. Модуль зубчатых колес планетарного редуктора	m1	мм	5	6	6	5	5	6	5	6	5	6
23. Модуль зубчатых колес 4, 5	m2	мм	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
24. Число зубьев колес 4, 5	Z 4	–	14	13	14	12	10	12	10	14	14	12
	Z 5	–	20	21	21	22	18	20	18	20	22	21
25. Число сателлитов в редукторе	k	–	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4

8

6

Задание № 3 к РГР 3

Проектирование и исследование механизмов
горизонтально-ковочной машины

Машина (рис. 3) представляет собой кривошипный пресс, предназначенный для горячей штамповки в разъемных матрицах, закрепленных в неподвижном блоке III и боковом ползуне II, который приводится в движение кулачками от рычагов DE, EF, EL и др. После введения прутка в штамп боковой ползун подходит к прутку и зажимает его. Затем главный ползун I установленными на нем пуансонами совершает рабочее движение.

По величине $H=2r_{02}A$ хода ползуна I определяют $r_{02}A$, а lAB из отношения $\lambda=lAB/r_{02}A$;
 $n=1000-1500$ об/мин; $n_{02}A=50-75$ об/мин; $P_{1max}=3000$ Н; $P_{2max}=1000$ Н.

Исходные данные для проектирования приведены в табл. 3.

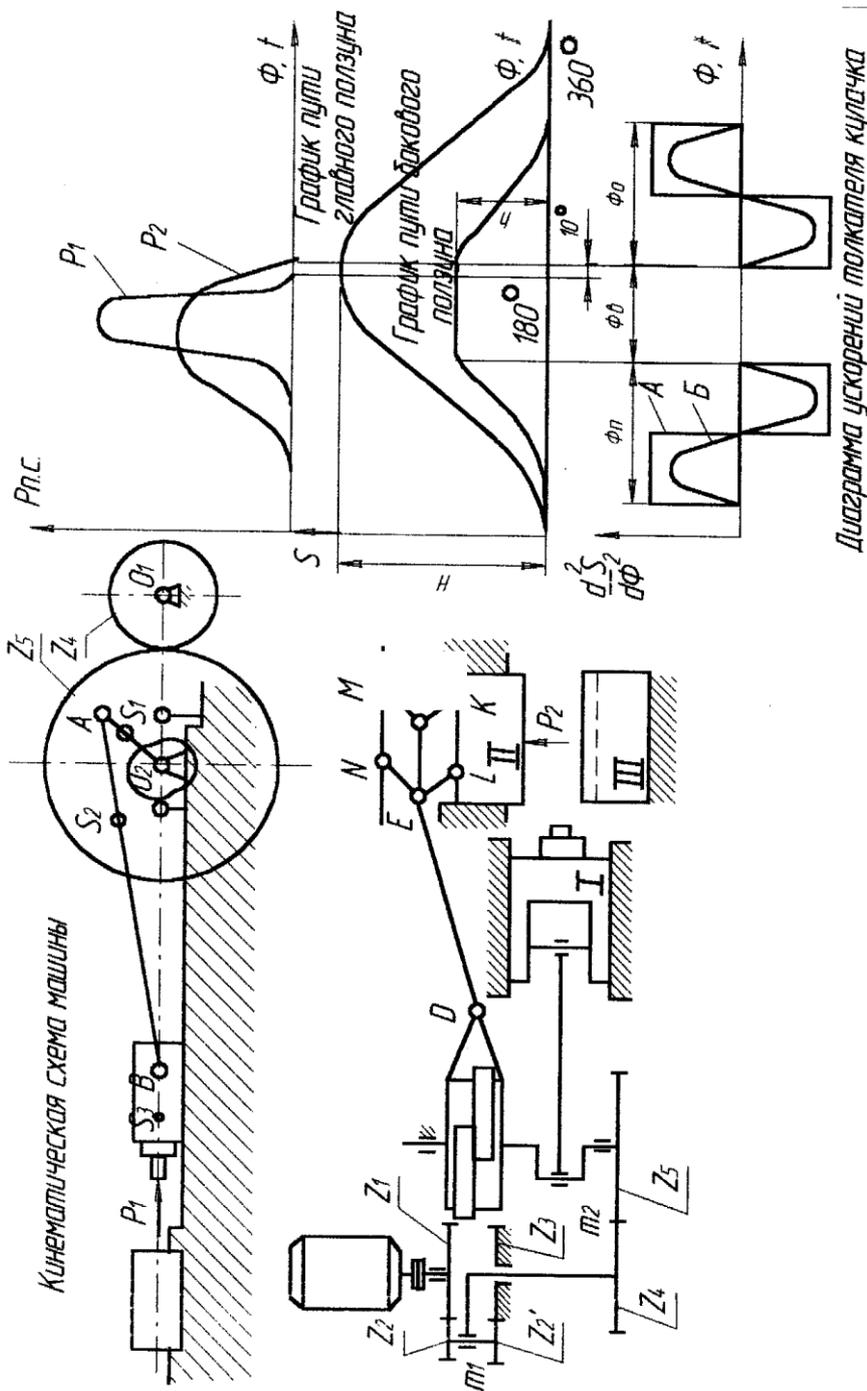


Рис. 3. Горизонтально-ковочная машина

Исходные данные

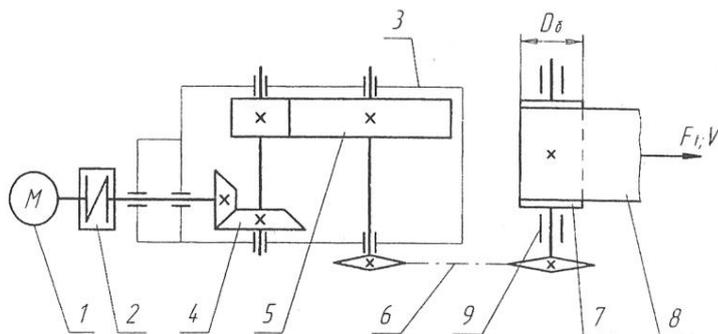
Таблица 3

Параметры	Обознач.	Ед. изм.	Числовые значения для вариантов									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Ход главного ползуна	H	мм	200	240	280	320	380	300	320	280	200	240
2. Ход бокового ползуна	h0	мм	80	95	120	155	140	150	80	95	120	155
3. Отношение длины шатуна к длине кривошипа	λ	-	3	3.2	3.4	3.6	4.0	3.8	3.4	3.6	4.0	3.8
4. Массы звеньев	m1	кг	6	8	9	11	12	10	8	9	11	12
	m2	кг	12	13	14	15	16	18	13	14	15	16
	m3	кг	15	16	18	20	22	24	18	20	22	24
5. Положение центров масс звеньев	los1/lo2A	-	1	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,9	1	0,8	0,6
	IAS2/IAB	-	0,3	0,4	0,35	0,5	0,4	0,4	0,35	0,3	0,5	0,4
	IBS3	мм	50	75	82	75	95	65	82	50	75	65
6. Момент инерции шатуна	IS2	кг м ²	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,15	0,2	0,25	0,3
7. Коэффициент неравномерности вращения ведущего звена	δ	-	1/18	1/16	1/17	1/20	1/16	1/20	1/17	1/20	1/16	1/20
8. Ход толкателя	h	мм	90	80	100	130	180	150	90	80	100	130
9. Минимальный угол передачи движения	γ_{\min}	мм	60	58	55	54	52	55	58	55	54	52
10. Фазовые углы	$\Phi_{\text{п}} = \Phi_0$	град	90	85	80	90	85	80	80	90	85	80
	$\Phi_{\text{вв}}$	град	90	100	110	110	120	100	110	110	120	100
11. Модули зацепления	mI	мм	3	4	4,5	5	6	4	3	4	4,5	5
	mII	мм	10	12	13	14	15	16	10	12	13	14
12. Числа зубьев колес	Z4	-	12	13	14	15	16	14	14	15	16	14
	Z5	-	42	45	39	40	48	50	39	40	48	50

РГР 4 Расчёт привода технологической машины

Задание 1

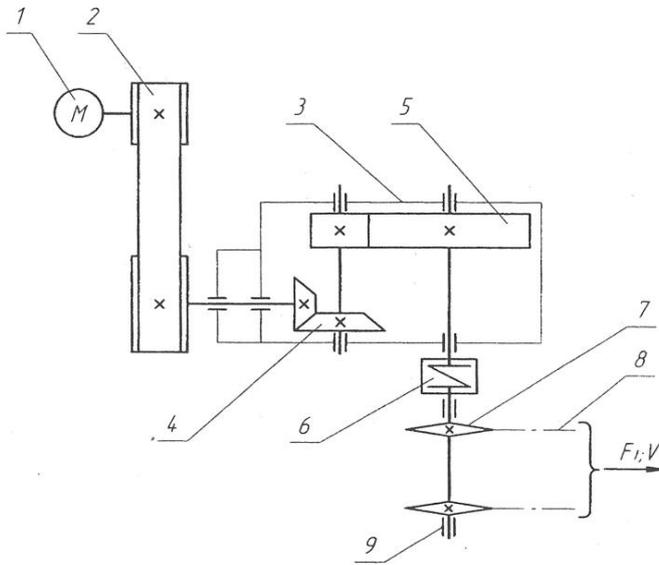
Привод ленточного конвейера



- 1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – коническая передача;
 5 – цилиндрическая передача; 6 – цепная передача; 7 – барабан;
 8 – лента конвейера; 9 – опоры барабана.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Окружная сила на барабане F_{δ} , кН	0,5	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	1,0	1,0	0,8	0,5
Окружная скорость барабана V , м/с	3,0	2,0	2,5	3,0	3,0	3,5	2,5	2,0	2,5	2,0
Диаметр барабана D_{δ} , мм	800	800	900	900	800	800	600	600	400	400
Срок службы привода L_n , лет	6	4	5	5	7	6	5	4	6	7

К РГР 4
Задание 2
Привод скребкового конвейера



1 – двигатель; 2 – клиноременная передача; 3 – редуктор;
4 – коническая передача; 5 – цилиндрическая передача;
6 – муфта; 7 – ведущая звёздочка конвейера; 8 – тяговая цепь;
9 – опоры приводных звёздочек.

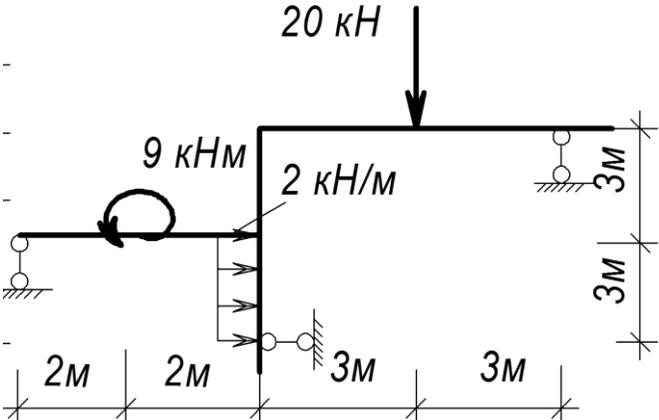
Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяговая сила цепи F_t , кН	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0
Скорость грузовой цепи V , м/с	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,55	0,45	0,45
Шаг грузовой цепи p , мм	80	100	100	125	80	125	100	100	80	80
Число зубьев звездочки z	7	9	7	7	9	8	8	9	8	7
Срок службы привода L_n , лет	7	6	5	4	6	7	4	5	7	6

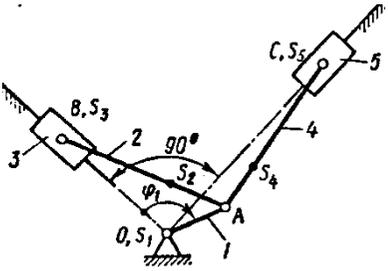
7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

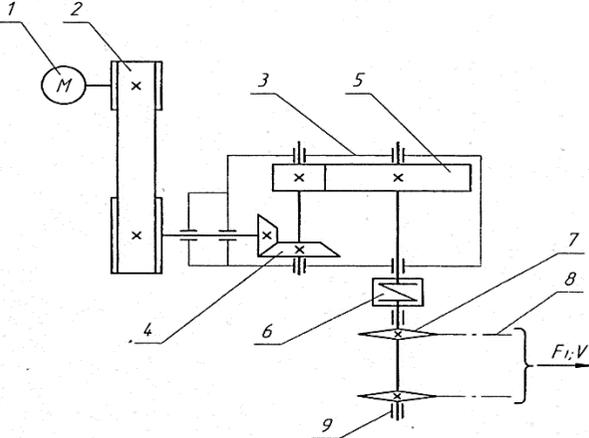
а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

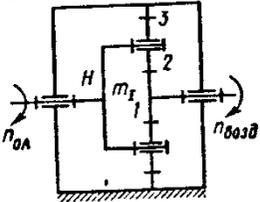
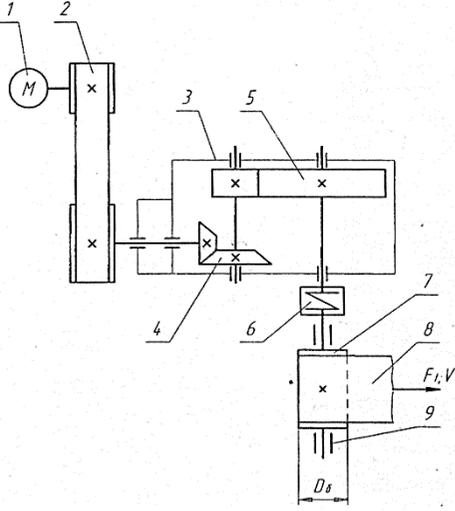
Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Прикладная механика» и проводится в форме экзамена в 4 семестре.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ОПК-2 способен демонстрировать базовые знания в области естественно-научных дисциплин, готов выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования</p>		
Знать	законы механики, основы теории механизмов и деталей приборов; основы конструирования механизмов и деталей приборов, взаимозаменяемость деталей.	<p><u>Перечень теоретических вопросов для подготовки к защите практических работ и к экзамену:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что называется, подвижным и неподвижным звеном механизма? 2. Что называется, кинематической парой? 3. По какому признаку классифицируются кинематические пары? 4. Что такое число степеней свободы механизма и как оно определяется? 5. Что называется, структурной группой? 6. Как осуществляется образование механизмов, и их классификация? 7. Каковы задачи кинематического анализа? 8. Какова связь между перемещениями звеньев, скоростями и ускорениями? 9. Что такое аналоги скоростей и ускорений? Виды соединений деталей машин. Дать краткую характеристику различных соединений. 10. Резьбовые соединения. Виды резьбовых соединений. 11. Виды резьб. Основные параметры резьбы. 12. Теория винтовой пары. 13. Самооторможение винтовой пары. КПД винтовой пары. 14. Распределение осевой нагрузки винта по виткам резьбы. Расчет резьбы на прочность 15. Расчет на прочность стержня винта (болта). Стержень винта нагружен только внешней растягивающей силой. 16. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка отсутствует. 17. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болтовое соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке. 18. Назовите методы изготовления зубчатых колес. 19. В чем заключается сущность метода обкатки?

		<p>20. Основные требования, предъявляемые к деталям машин. Критерии работоспособности деталей машин.</p> <p>21. Зубчатые передачи. Условия работы зуба в зацеплении.</p> <p>22. Силы в зацеплении цилиндрической передачи. Материалы зубчатых колес и термообработка.</p> <p>23. Влияние числа циклов изменения напряжений на прочность деталей. Допускаемые напряжения.</p> <p>24. Проектировочный расчет передачи на контактную выносливость активных поверхностей зубьев.</p> <p>25. Проверочный расчет цилиндрических зубчатых передач.</p> <p>26. Конические зубчатые передачи. Основные параметры.</p>
<p>Уметь</p>	<p>проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности.</p>	<p><u>Примерное практическое задание для экзамена</u> Статически определимая рама, расчетная схема которой показана на рисунке, загружена внешней нагрузкой. Т р е б у е т с я :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить опорные реакции. 2. Записать выражения для внутренних усилий M, z, Q_y и N на каждом из участков рамы. 3. Построить эпюры внутренних усилий M, z, Q_y и N. 4. Выполнить проверку равновесия узлов рамы. 5. Найти полное линейное и угловое перемещения узла с помощью метода Максвелла-Мора (выбрать самостоятельно). 

<p>Владеть</p>	<p>методами решения проектно-конструкторских и технологических задач с использованием современных программных продуктов навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений</p>	<p><u>Примерное практическое задание для экзамена</u> Провести структурный и кинематический анализ механизма</p> 
<p>ПК-2 - способен проводить расчёты по типовым методикам, проектировать технологическое оборудование с использованием стандартных средств автоматизации проектирования в соответствии с техническим заданием</p>		
<p>знать</p>	<p>методы проектирования и расчета на прочность и жесткость механизмов промышленного тепло-технического оборудования.</p>	<p><u>Перечень теоретических вопросов для подготовки к защите практических работ и к экзамену:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Какие существуют методы кинематического анализа? 2. Какие исходные данные должны быть заданы, чтобы решить задачу кинематического анализа? 3. Как определяется передаточное отношение зубчатого механизма с неподвижными осями? 4. Какой механизм называется планетарным? 5. Какой механизм называется дифференциальным? 6. Что называется балансировкой вращающихся масс? 7. Какая балансировка называется статической 8. Записать условие статической уравновешенности? 9. Какая балансировка называется динамической? 10. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка раскрывает стык деталей. 11. Расчет соединений, включающих группу болтов. 12. Шпоночные соединения. 13. Зубчатые (шлицевые) соединения. 14. Расчет зубчатых соединений. 15. Заклепочные соединения. Конструкции, технология, классификация, области применения. 16. Расчет на прочность элементов заклепочного шва. Материалы заклепок и допускаемые напряжения. 17. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (стыковое соединение). 18. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (соединение в нахлестку). 19. Проектировочный расчет конической передачи. Силы в зацеплении конической передачи.

<p>владеть</p>	<p>методами проектирования и расчёта по типовым методикам технологического оборудования с использованием стандартных средств</p>	<p style="text-align: center;"><u>Примерное практическое задание для экзамена</u></p> <p style="text-align: center;">Выбрать электродвигатель и провести кинематический расчёт привода</p> 
<p>ПК-3 – способен участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов по стандартным методикам</p>		
<p>знать</p>	<p>методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; проблемы создания машин различных типов, приводов, систем, принципы работы.</p>	<p style="text-align: center;"><u>Перечень теоретических вопросов для подготовки к защите практических работ и к экзамену:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Записать условие полной уравновешенности? 2. Что такое модуль зацепления? 3. Назовите основные окружности зубчатого колеса? 4. Что такое делительный шаг? 5. Как определяется передаточное отношение? 6. Сформулируйте основную теорему зацепления. 7. Назовите методы изготовления зубчатых колес. 8. В чем заключается сущность метода обкатки? 9. Основные требования, предъявляемые к деталям машин. Критерии работоспособности деталей машин 10. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (тавровое соединение). 11. Соединение деталей посадкой с натягом. Прочность соединения. 12. Соединение деталей посадкой с натягом. Расчёт на прочность втулки. 13. Клеммовые соединения. Конструкция и применение. Расчет на прочность. 14. Что такое модуль зацепления? 15. Назовите основные окружности зубчатого колеса? 16. Что такое делительный шаг? 17. Как определяется передаточное отношение? 18. Сформулируйте основную теорему зацепления.

		<p>19. Муфты. Классификация. 20. Муфты постоянные глухие. 21. Муфты постоянные компенсирующие жёсткие. 22. Муфты постоянные компенсирующие упругие. 23. Муфты сцепные. 24. Муфты предохранительные. 25. Ремённые передачи. Критерии работоспособности и расчёта. 26. Цепные передачи. Критерии работоспособности и расчёта</p>
<p>уметь</p>	<p>использовать методические, нормативные и руководящие материалы в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов.</p>	<p><u>Примерное практическое задание для экзамена</u></p> <p>Спроектировать планетарный редуктор</p> 
<p>владеть</p>	<p>методами проектирования и участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов</p>	<p><u>Примерное практическое задание для экзамена</u></p> <p>Провести расчёт коническо-цилиндрического редуктора привод технологической машины</p> 

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Прикладная механика» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в виде экзамена.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку «отлично» (5 баллов) - обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

- на оценку «хорошо» (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- на оценку «удовлетворительно» (3 балла) обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- на оценку «неудовлетворительно» (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

- на оценку «неудовлетворительно» (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) Основная литература:

1. Бусыгин, А. М. Прикладная механика : учебник / А. М. Бусыгин. — Москва : МИСИС, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-907226-17-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/128996> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Жуковский, Н. Е. Аналитическая механика. Теория регулирования хода машин. Прикладная механика : учебник для вузов / Н. Е. Жуковский ; под редакцией В. П. Ветчинкина, Н. Г. Чеботарева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 462 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02813-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453016> (дата обращения: 21.10.2020).

3. Зиомковский, В. М. Прикладная механика : учебное пособие для вузов/ В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий; под научной редакцией В.И. Вешкурцева. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 286 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00196-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453344> (дата обращения: 21.10.2020).

б) Дополнительная литература:

1. Джамай, В. В. Прикладная механика : учебник для академического бакалавриата / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич, Т. Ю. Чуркина ; под редакцией В. В. Джамаи. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 359 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-3781-. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/460148> (дата обращения: 21.10.2020).

2. Горленко, О. А. Прикладная механика: триботехнические показатели качества машин : учебное пособие для вузов / О. А. Горленко, В. П. Тихомиров, Г. А. Бишутин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 264 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02382-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453074> (дата обращения: 21.10.2020).

3. Бугаенко, Г. А. Механика : учебник для вузов / Г. А. Бугаенко, В. В. Малагин, В. И. Яковлев. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 368 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02640-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/451979> (дата обращения: 21.10.2020).

в) Методические указания:

1. Воронин, Б. В. Прикладная механика : методические указания / Б. В. Воронин, П. М. Вержанский, П. Я. Бибигов. — Москва : МИСИС, 2017. — 62 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108092> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бардовский, А. Д. Прикладная механика : методические указания / А. Д. Бардовский, Б. В. Воронин, П. Я. Бибигов [и др.]. — Москва : МИСИС, 2015. — 60 с. — ISBN 978-5-87623-884-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116627> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Слободяник, Т. М. Прикладная механика. Теория механизмов и машин : методические указания / Т. М. Слободяник, Т. В. Денискина. — Москва : МИСИС, 2016. — 67 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108100> (дата обращения: 21.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Наименование ПО	№ договора	Срок действие лицензии
MS Windows 7	Д-1227 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	https://dlib.eastview.com/

Национальная информационно-аналитическая система – Российский ин-	https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	http://window.edu.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	http://www1.fips.ru/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий	http://scopus.com
Международная база научных материалов в области физических наук и инжини-	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний	http://www.springer.com/references
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Доска, мультимедийный проектор, экран.
Помещения для самостоятельной работы обучающихся	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи для хранения учебно-методических пособий и учебно-методической документации