



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

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор Института металлургии,  
машиностроения и материалобработки  
/А.С. Савинов/  
«2» октября 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА**

(Наименование дисциплины (модуля))

Направление подготовки 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Направленность (профиль) программы  
Мехатронные системы в автоматизированном производстве

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения – очная

Институт – металлургии, машиностроения и материалобработки  
Кафедра – механики  
Курс – 2,3  
Семестр – 3,4,5

Магнитогорск  
2018 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», наименование направления подготовки «Мехатронные системы в автоматизированном производстве», утвержденного приказом МОиН РФ от 12.03.2015 № 206.

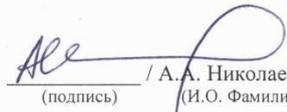
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры механики « 26 » сентября 2018 г., протокол № 2.

Зав. кафедрой  / А.С.Савинов /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

Председатель  / А.С.Савинов /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Согласовано:  
Зав. кафедрой «Автоматизированного электропривода и мехатроники»  
(наименование кафедры-заказчика)

 / А.А. Николаев /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

Рабочая программа составлена:  
профессор кафедры механики  
(должность, ученая степень, ученое звание)

 / О.С. Железков /  
(подпись) (И.О. Фамилия)

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

 / В.П. Дзюба /  
(подпись) (И.О. Фамилия)



## 1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Техническая механика» является успешное владение обучающимися общими понятиями об элементах, применяемых конструкциях машинах и механизмах, деталях мехатронных модулей и роботов, 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 «Техническая механика» входит в базовую часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания, умения, владения, сформированные в результате изучения дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика».

Дисциплина «Техническая механика» является дисциплиной, входящей в профессиональный цикл ОП по направлению подготовки Мехатроника и робототехника и профилю Мехатронные системы в автоматизированном производстве.

Дисциплина «Техническая механика» должна давать теоретическую и практическую подготовку в ряде областей, связанных с проектированием и эксплуатацией мехатронных систем.

Знания и умения, полученные обучающимися при изучении дисциплины «Техническая механика» будут необходимы при изучении дисциплин «Детали мехатронных модулей, роботов и их конструирование», «Проектирование мехатронных систем» и выполнении выпускной квалификационной работы.

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

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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-2 – владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем	
Знать:	законы механики, основы теории механизмов и деталей машин; основы конструирования механизмов и деталей машин, взаимозаменяемость деталей.
Уметь:	проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности.
Владеть:	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

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	сооружений
ПК-7 - готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок	
Знать:	методы проектирования и расчета на прочность и жесткость механизмов мехатронных и робототехнических систем
Уметь:	применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
Владеть:	методами расчёта по типовым методикам, проектировать детали робототехнических систем в соответствии с техническим заданием
ПК-8 - способностью внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности	
Знать:	Методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; проблемы создания машин различных типов, приводов, систем,
Уметь:	выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию и информационному обслуживанию
Владеть:	методами по проведению проектных работ
ПК-11- способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием	
Знать:	принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств
Уметь:	выполнять работы по метрологическому обеспечению, техническому контролю деталей робототехнических систем
Владеть:	участвовать в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок деталей робототехнических систем и их элементов

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единицы, 360 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 237,4 акад. часов;
- аудиторная работа – 226 акад. часов;
- внеаудиторная работа – 11,4 акад. часа;
- самостоятельная работа – 51,2 акад. часа;
- подготовка к экзамену – 71,4 акад. часа

Форма аттестации - экзамен

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	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Введение в курс. Основные задачи курса. Связь с другими дисциплинами	3	10		10	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ОПК-2-зу
2. Центральное растяжение – сжатие.	3	10		10/2	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля. Выполнение РГР 1. «Построение эпюр ВСФ»	Защита РГР 1	ОПК-2-зув
3. Геометрические характеристики плоских поперечных сечений	3	10		10/2	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля. Выполнение РГР 2. «Геометрические характеристики плоских сечений»	Защита РГР 2	ОПК-2-ув
4. Сдвиг. Кручение.	4	8		8/3	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля.	Теоретический опрос	
5. Поперечный изгиб	4	10		10/4	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля.	Теоретический опрос	

6. Продольный изгиб	4	6		6	5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля.	Теоретический опрос	
7. Структурный и кинематический анализ механизмов	4	7		7/2	4	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 3. «Структурный и кинематический анализ механизмов»	Защита РГР 3	ПК-2-у
8. Механические передачи зацеплением	4	7		7/2	4,5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля.	Теоретический опрос	
Итого по курсу		68	-	68	38,5		Промежуточный контроль – зачет, экзамен	
9. Механические передачи трением	5	6 12		6/2 12	6 6	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 4. «Расчёт привода технологической машины»	Теоретический опрос	ПК-2-зув
10. Валы и оси. Опоры скольжения и качения	5	4 12		4/2 12	4 6	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения. Выполнение РГР 4. «Расчёт привода технологической машины»	Теоретический опрос Защита РГР 4	ПК-2-ув
11. Соединения деталей машин	5	4 10		4/2 10	6 5	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ПК-3-ув
12. Упругие элементы, муфты, корпусные детали	5	4 10		4/2 10	4,3 5,2	Усвоение материала, подготовка к тестированию в режиме самоконтроля и обучения	Теоретический опрос	ПК-3-в
<b>Итого за семестр</b>		104		104/48	51,2			
<b>Итого по дисциплине</b>		104		104/48	51,2		Итоговый контроль - экзамен	

## 5 Образовательные и информационные технологии

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

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Техническая механика» происходит с использованием мультимедийного оборудования. Лекции проходят в традиционной форме, 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.

Часть практических занятий ведутся в интерактивной форме: учебная дискуссия, эвристическая беседа, 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.

Для достижения поставленных задач применяются **методы** аудиторной работы – лекционное изложение материала по назначению, особенностям использования и интерфейсу программ, по приемам работы в данных программах (с применением проектора), а также проектные работы обучающихся непосредственно на компьютерной технике в рамках лабораторных работ. Для лучшего закрепления материала обучающиеся получают задания, которые выполняются на протяжении всех лабораторных работ в отрезки времени, отведенные для закрепления материала и получения навыков работы. Такие задания сдаются обучающимися преподавателю в конце изучения данной дисциплины.

**Способы**, применяемые для достижения цели:

- однотипное структурирование лекционного материала, лабораторных работ и самостоятельных работ;
- последовательное проведение лабораторных работ вслед за лекциями, посвященных программам ЭВМ по данным работам.

**Передовые технологии**, применяемые для достижения цели:

- проектный подход (группа обучающихся разбивается на пары, которым выдается комплексное задание);
- на лекциях используется компьютер с проектором для отображения программ ЭВМ и приемов работы с ними.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

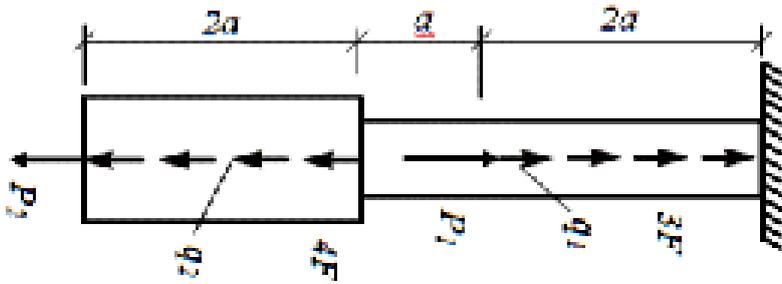
По дисциплине «Техническая механика» предусмотрено выполнение расчётно-графических и аудиторных самостоятельных работ обучающихся.

### **Примерные расчётно-графические работы (РГР)**

*РГР №1 Построение эпюр ВСФ в статически определимых стержневых системах*

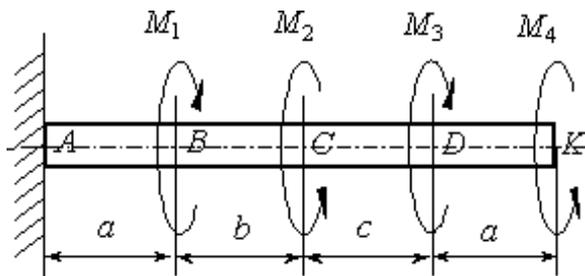
*Задача 1.* Для статически определимого стержня ступенчато постоянного сечения по схеме при заданных осевых нагрузках и геометрических размерах, требуется:

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.



Задача 2. К стальному валу приложены скручивающие моменты:  $M_1=3$  кНм,  $M_2=7$  кНм,  $M_3=9$  кНм,  $M_4=5$  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

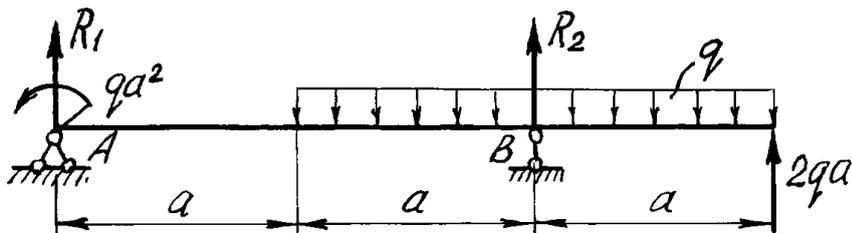
Рассчитать на прочность по методу предельных состояний двутавровую прокатную балку. Материал балки сталь ВСт 3. Предел текучести  $\sigma_t = 240$  МПа, расчетное сопротивление по пределу текучести  $R = 210$  МПа, расчетное сопротивление при сдвиге  $R_s = 130$  МПа. Коэффициент условий работы  $\gamma_s = 0,9$ . 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.

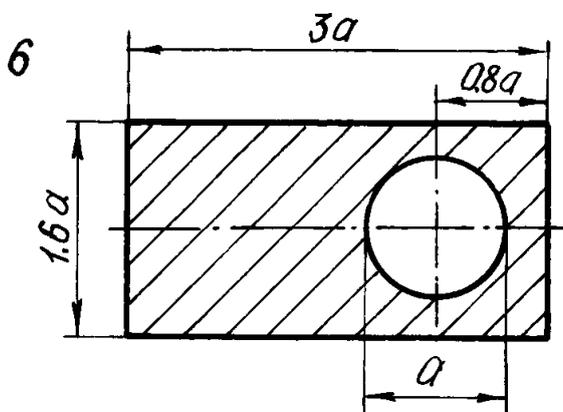
3. Для сечения балки, в котором  $M$  и  $Q$  имеют одновременно наибольшие или достаточно большие значения, найти величины главных напряжений и положение главных площадок в стенке на уровне ее примыкания к полке.



*РГР №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.



*РГР №3 Структурный, кинематический анализ и силовой расчёт механизма*

1. Построение кинематической схемы механизма в требуемом положении (для заданной угловой координаты  $\varphi_1$ ).
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 Ассур).
6. Составление алгебраических уравнений суммы моментов сил и векторных уравнений суммы сил для каждой структурной группы Ассур 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  $\varphi_b$ ). 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 кривошипа 4. На ползуне 6 ( $H_F$  – ход ползуна) выполнен кривошипный паз, в который вставлен ролик ножевого штока (на рис. 1 не показан). При перемещении ползуна 6 на расстояние  $h_p$ , что соответствует повороту кривошипа 4 на угол  $\varphi_p$ , нож отрезает заготовку. График усилий ( $P_6, S_F$ ) приведен на рис. 1, в.

После высадки происходит выталкивание готового изделия из матрицы. Механизм выталкивания состоит из кулачка 14, закрепленного на распределительном валу 13, и роликового толкателя 15, который перемещает выталкиватель изделий. График изменения ускорения толкателя 15 ( $a_{15} \varphi_{14}$ ) задается (рис. 1, г). Исходные данные к расчету представлены в табл. 1.

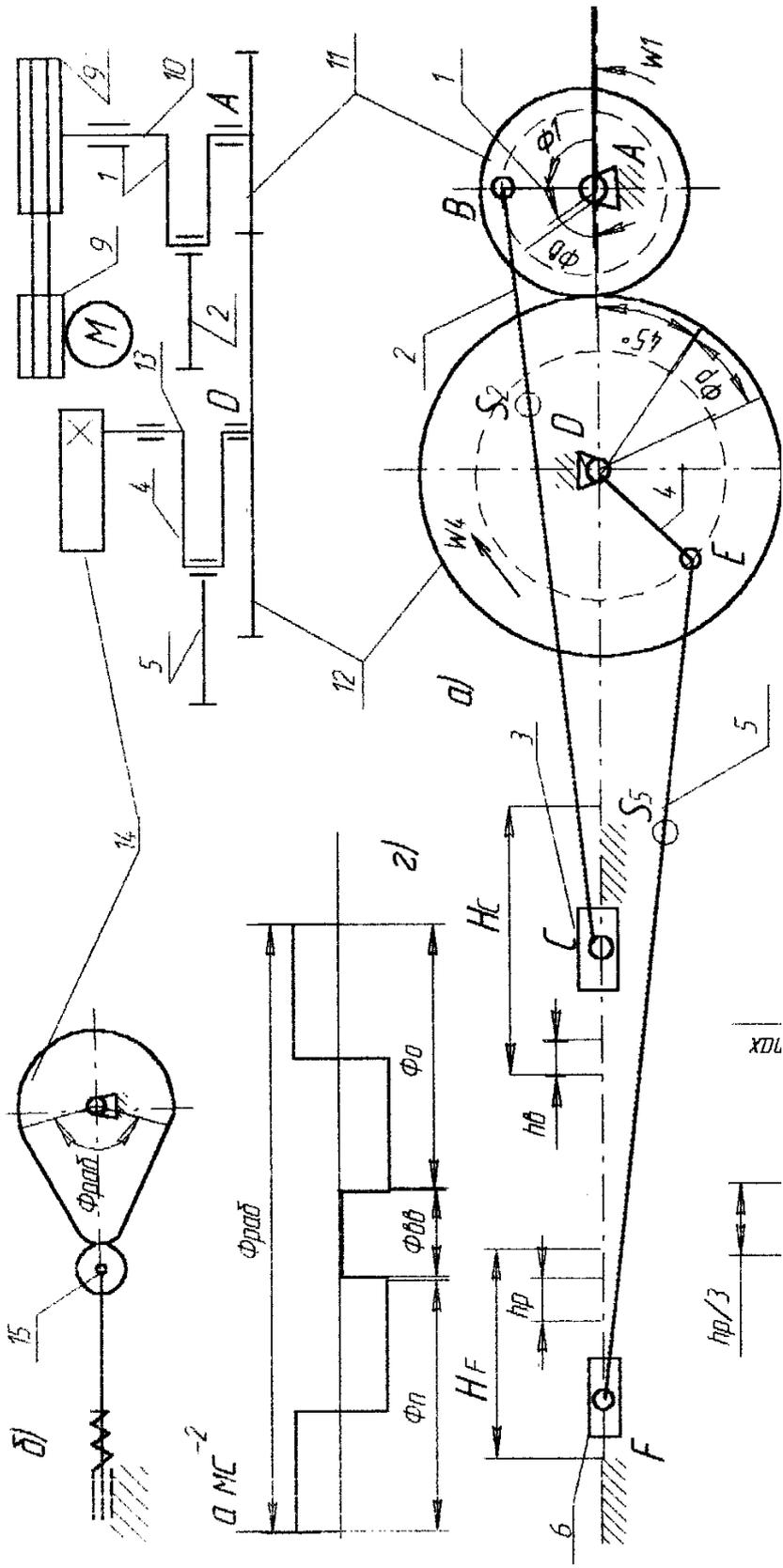


Рис. 1. Двухударный холодновысасочный автомат

## 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	Л1	-	6,6	7	7	6,5	7,2	7	6,5	7,2	7	6,7
4. Начальное усилие высадки	P3 <sub>нач</sub>	кН	70	75	85	70	75	65	80	75	70	65
5. Максимальное усилие высадки	P3 <sub>max</sub>	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 <sup>2</sup>	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	Л2	-	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

Окончание табл. 1

Параметры	Обозначения	Единицы измерения	Числовые значения для вариантов									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
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 <sup>2</sup>	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.



## 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	пд	с <sup>-1</sup>	14	16	16	14	16	15	15	14	16	15
2. Частота вращения кривошипа	n1	с <sup>-1</sup>	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 <sub>max</sub>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	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	Ip	кг м <sup>2</sup>	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,06	0,05	0,04

Окончание табл. 2

Параметры	Обозначения	Единицы измерения	Числовые значения для вариантов									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16. Максимальное усилие резания	P <sub>max</sub>	кН	1000	1100	1200	900	1000	950	900	1000	1100	1200
17. Координата для силового расчета	Ф1	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	пк	с <sup>-1</sup>	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 <sub>доп</sub>	град	35	30	32	35	40	30	37	34	35	38
21. Угол рабочего профиля кулачка	Ф <sub>раб</sub>	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	Z4 Z5	–	14 20	13 21	14 21	12 22	10 18	12 20	10 18	14 20	14 22	12 21
25. Число сателлитов в редукторе	k	–	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4

### 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 с установленными на нем пуансонами совершает рабочее движение.

По величине  $H=2r_{o2A}$  хода ползуна I определяют  $r_{o2A}$ , а  $lAB$  из отношения  $\lambda=lAB/r_{o2A}$ ;  $n=1000-1500$  об/мин;  $n_{o2A}=50-75$  об/мин;  $P_{1max}=3000$  Н;  $P_{2max}=1000$  Н.

Исходные данные для проектирования приведены в табл. 3.

#### Исходные данные

Таблица 3

Параметры	Обозначения	Единицы измерения	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	$\lambda$	-	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 <sup>2</sup>	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	$\delta$	-	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	$\gamma_{min}$	мм	60	58	55	54	52	55	58	55	54	52
10. Фазовые углы	Фп=Фо	град	90	85	80	90	85	80	80	90	85	80
	Фвв	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»

### 1. ВЫБОР ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ. КИНЕМАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПРИВОДА

1.1. Выбор электродвигателя

1.2. Кинематические расчёты

1.3. Определение вращающих моментов на валах редуктора

## **2. РАСЧЁТ ЗУБЧАТЫХ КОЛЁС РЕДУКТОРА**

- 2.1. Расчёт цилиндрической передачи
  - 2.1.1. Выбор материала, термической обработки и расчёт допускаемых напряжений
  - 2.1.2. Расчёт геометрических параметров цилиндрической зубчатой передачи
  - 2.1.3. Определение сил в зацеплении
  - 2.1.4. Проверка зубьев передачи по контактным напряжениям и напряжениям изгиба
- 2.2. Расчёт конической передачи
  - 2.2.1. Выбор материала, термической обработки и расчёт допускаемых напряжений
  - 2.2.2. Расчёт геометрических параметров конической передачи
  - 2.2.3. Определение сил в зацеплении конической передачи с тангенциальными зубьями
  - 2.2.4. Проверка зубьев конической передачи по контактным напряжениям и напряжениям изгиба

## **3. РАСЧЁТ ВАЛОВ РЕДУКТОРА**

- 3.1. Проектный расчёт быстроходного (ведущего) вала
- 3.2. Проектный расчёт промежуточного вала
- 3.3. Проектный расчёт тихоходного (ведомого) вала
- 3.4. Уточнённый расчёт тихоходного (ведомого) вала на усталостную прочность

## **4. ВЫБОР И ПРОВЕРКА ДОЛГОВЕЧНОСТИ ПОДШИПНИКОВ**

- 4.1. Выбор и проверка долговечности подшипников быстроходного вала
- 4.2. Выбор и проверка долговечности подшипников промежуточного вала
- 4.3. Выбор и проверка долговечности подшипников тихоходного вала

## **5. ВЫБОР МУФТ**

## **6. ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ШПОНОЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

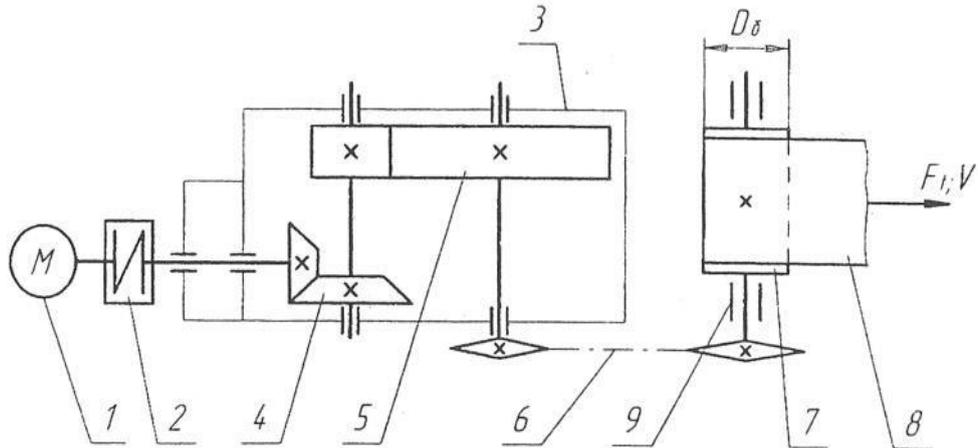
## **7. ВЫБОР ПОСАДОК СОЕДИНЕНИЙ**

## **8. ВЫБОР СМАЗОЧНОГО МАТЕРИАЛА**

К РГР 4

ЗАДАНИЕ 1

Привод ленточного конвейера



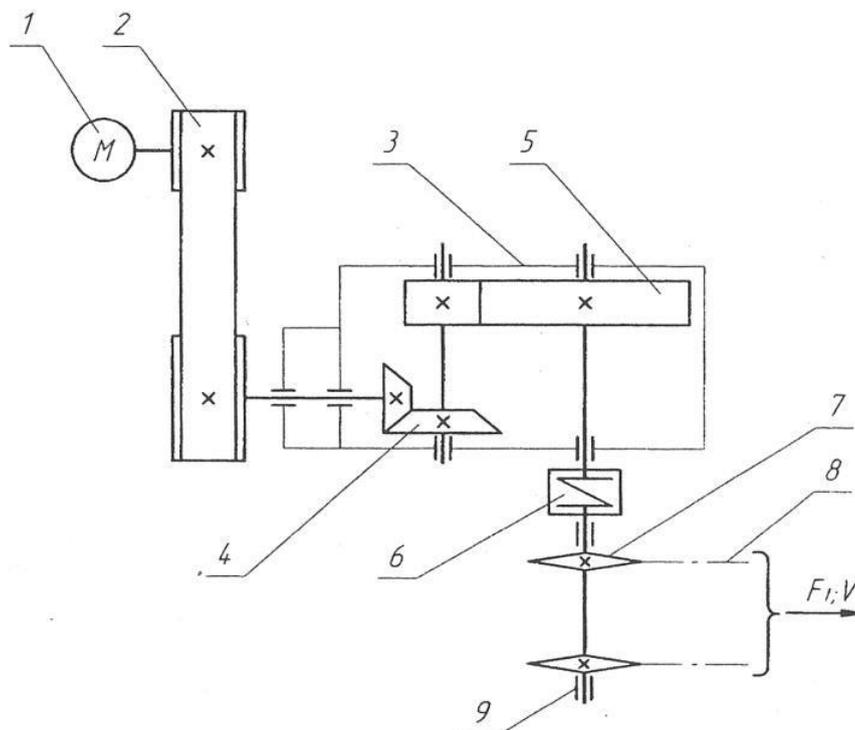
- 1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – коническая передача;  
 5 – цилиндрическая передача; 6 – цепная передача; 7 – барабан;  
 8 – лента конвейера; 9 – опоры барабана.

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Окружная сила на барабане $F_b$ , 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 $D_b$ , мм	800	800	900	900	800	800	600	600	400	400
Срок службы привода $L_r$ , лет	6	4	5	5	7	6	5	4	6	7

## К РГР 4

### ЗАДАНИЕ 2

#### Привод к скребковому конвейеру



- 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.

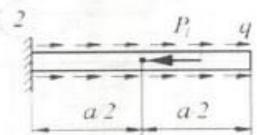
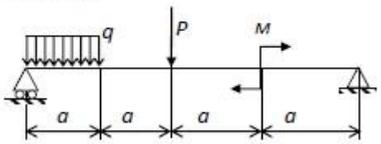
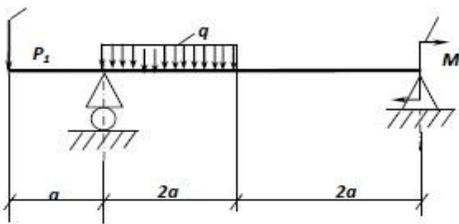
Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Тяговая сила цепи $F_t$ , кН	7,5	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0
Скорость грузовой цепи $V$ , м/с	0,65	0,65	0,60	0,60	0,55	0,50	0,50	0,55	0,45	0,45
Шаг грузовой цепи $p$ , мм	80	100	100	125	80	125	100	100	80	80
Число зубьев звёздочки $z$	7	9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

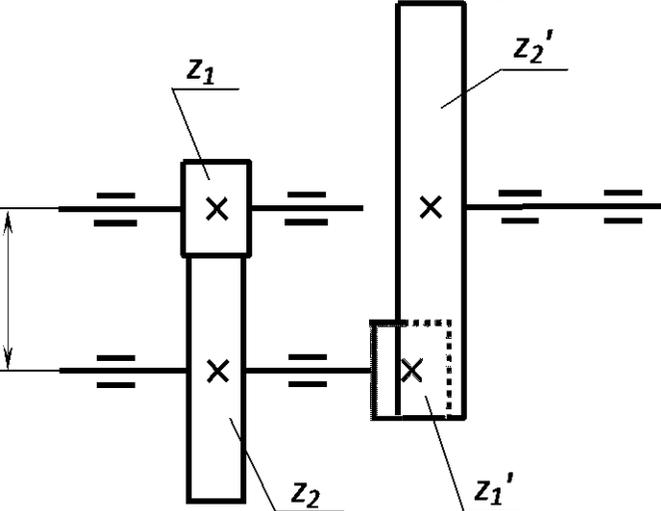
## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

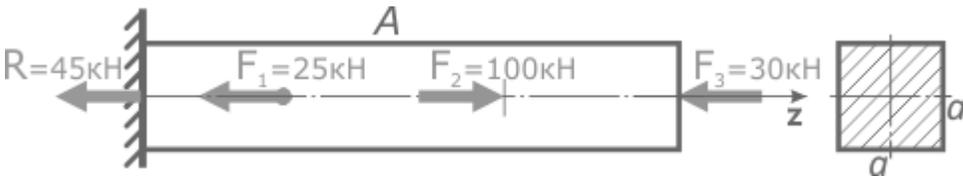
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ОПК-2 – владением физико-математическим аппаратом, необходимым для описания мехатронных и робототехнических систем		
Знать	законы механики, основы теории механизмов и деталей машин; основы конструирования механизмов и деталей машин, взаимозаменяемость деталей.	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Задачи дисциплины «Техническая механика».</li> <li>2. Понятие о напряжениях, деформациях, перемещениях. Закон Гука.</li> <li>3. Связь между напряжениями и внутренними силовыми факторами.</li> <li>4. Внутренние силовые факторы и метод их определения.</li> <li>5. Диаграмма растяжения. Механические характеристики материалов. Допускаемые напряжения.</li> <li>6. Расчеты на прочность и жесткость при осевом растяжении - сжатии. Внутренние силы. Допускаемые напряжения.</li> <li>7. Потенциальная энергия деформации при осевом растяжении - сжатии.</li> <li>8. Главные площадки и главные напряжения.</li> <li>9. Виды напряженного состояния. Теории (гипотезы) прочности и их применение.</li> <li>10. Напряжения и деформации при плоском напряженном состоянии.</li> <li>11. Закон Гука.</li> <li>12. Формула для касательных напряжений при кручении.</li> <li>13. Напряжения и деформации при кручении.</li> <li>14. Условия прочности и жесткости при кручении. Построение эпюр крутящего момента.</li> <li>15. Простейшие виды систем растяжения - сжатия.</li> <li>16. Геометрические характеристики плоских сечений. Главные оси и главные моменты инерции.</li> <li>17. Изменение моментов инерции при повороте и параллельном переносе осей.</li> <li>18. Геометрические характеристики простейших сечений. Вычисление главных центральных моментов инерции сложных фигур.</li> <li>19. Определение внутренних силовых факторов при прямом поперечном изгибе.</li> <li>20. Основные правила построения и контроля построения эпюр внутренних силовых факторов при прямом поперечном изгибе.</li> <li>21. Нормальные напряжения при изгибе. Вывод формулы.</li> <li>22. Дифференциальные зависимости при изгибе. Вывод формул.</li> </ol>

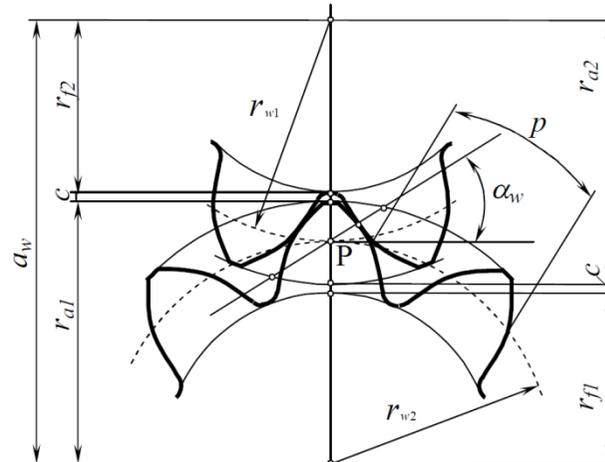
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>23. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям. Рациональные сечения балок при изгибе.</p> <p>24. Касательные напряжения при поперечном изгибе.</p> <p>25. Нормальные и касательные напряжения при изгибе.</p> <p>26. Нормальные напряжения при изгибе. Полная проверка прочности двутавра.</p> <p>27. Условия прочности при изгибе.</p> <p>28. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.</p> <p>29. Определение перемещений при изгибе. Условие жесткости.</p> <p>30. Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров.</p> <p>31. Методы определения перемещений при изгибе. Интеграл Мора. Правила использования интеграла Мора для определения перемещений. Пример расчета.</p> <p>32. Методы определения перемещений при изгибе. Способ Верещагина. Вывод формулы. Правила использования при определении перемещений. Пример расчета.</p> <p>33. Косой изгиб. Условия прочности и жесткости.</p> <p>34. Изгиб с кручением. Определение напряжений и условие прочности.</p>
Уметь	проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности.	<i>Примерное практическое задание для экзамена:</i>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>Задача 1</p> <p>Для заданной схемы консольно закрепленной балки построить эпюру продольной силы <math>N</math> (кН).</p>  <p>Задача 2</p> <p>Построить эпюры внутренних силовых факторов (ВСФ), эпюру <math>Q</math>, <math>M</math> для заданной двух опорной балки</p>  <p>Задача 3</p> <p>Построить эпюры внутренних силовых факторов (ВСФ), эпюру <math>Q</math>, <math>M</math>.      Рассчитать круглое, квадратное, прямоугольное и двутавровое геометрическое сечение для нагруженной балки и выбрать наиболее рациональное. Принять <math>[\sigma]=160</math> МПа.</p>  <p>Принять <math>a</math> = последняя цифра номера зачетной книжки;  <math>P=5</math> кН;  <math>q=2</math> кН/м;  <math>M= 10</math> кН*м</p>
Владеть	методами решения проектно-конструкторских и технологических задач с использованием	<p style="text-align: center;"><b>Практическое задание к экзаменационному билету</b></p> <p>Цилиндрическая прямозубая зубчатая передача состоит из двух колес внешнего и внутреннего зацепления. По известным <math>aw, u_{общ}, m, u_2</math> определить передаточные числа ступеней и числа зубьев</p>

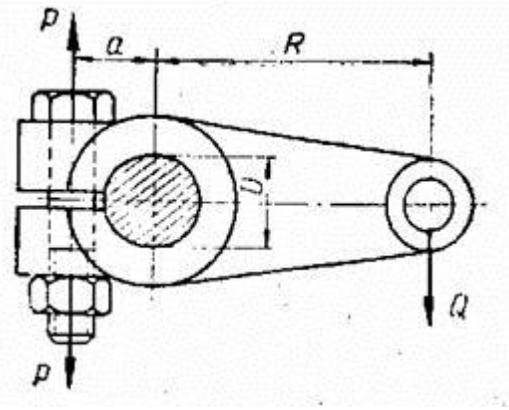
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства										
	современных программных продуктов навыками выбора конструкционных материалов и форм, обеспечивающих требуемые показатели надежности, безопасности, экономичности и эффективности сооружений	<p>зубчатых колес. Исходные данные приведены в таблице.</p>  <table border="1" data-bbox="860 858 2029 1098"> <thead> <tr> <th>Параметры</th> <th>Значения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>a_w</math>, мм</td> <td>22,5</td> </tr> <tr> <td><math>u_{общ}</math></td> <td>4</td> </tr> <tr> <td><math>m</math>, мм</td> <td>1,5</td> </tr> <tr> <td><math>u_2</math></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Параметры	Значения	$a_w$ , мм	22,5	$u_{общ}$	4	$m$ , мм	1,5	$u_2$	2
Параметры	Значения											
$a_w$ , мм	22,5											
$u_{общ}$	4											
$m$ , мм	1,5											
$u_2$	2											
ПК-7 - готовностью участвовать в составлении аналитических обзоров и научно-технических отчетов по результатам выполненной работы, в подготовке публикаций по результатам исследований и разработок												
знать	методы проектирования и расчета на прочность и жесткость механизмов мехатронных и робототехнических систем	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Распределение осевой нагрузки винта по виткам резьбы. Расчет резьбы на прочность.</li> <li>2. Расчет на прочность стержня винта (болта). Стержень винта нагружен только внешней растягивающей силой.</li> <li>3. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка отсутствует.</li> <li>4. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болтовое соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке.</li> <li>5. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка раскрывает стык деталей.</li> </ol>										

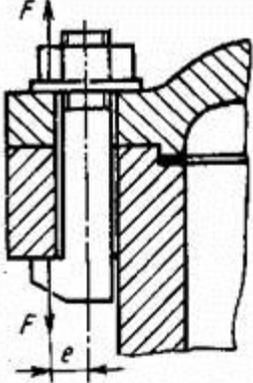
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<ul style="list-style-type: none"> <li>6. Основные понятия при проектировании;</li> <li>7. Требования предъявляемые к механизмам;</li> <li>8. Кинематический расчет привода: <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбор типа передачи</li> <li>-выбор электродвигателя;</li> <li>-передаточное отношение передачи;</li> </ul> </li> <li>9. Коэффициенты нагрузки</li> <li>10. Критерии работоспособности;</li> <li>11. Допускаемые напряжения;</li> <li>12. Силы в зацеплении;</li> <li>13. Использование средств автоматического проектирования в конструировании деталей машин;</li> <li>14. Определение этапов процесса автоматизированного проектирования, сопровождаемых решением тех или иных задач оптимизации;</li> <li>15. Построение математических моделей оптимизации и разработка машинных алгоритмов;</li> <li>16. Создание или заимствование программного обеспечения решения задач оптимизации;</li> <li>17. Разработка системы диалогового формирования и просмотра вариантов объекта проектирования с определением значений тех или иных показателей качества, а также формирования математических моделей и управления процессом решения соответствующих задач.</li> <li>13 Алгоритмы проектирования;</li> <li>18. Подсистемы САПР;</li> <li>19. Принципы построения САПР</li> </ul>
уметь	применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p><i>Пример практических вопросов для экзамена:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Выполните чертеж. Болтовое соединение.</li> <li>2. Выполните чертеж. Винтовое соединение.</li> <li>3. Выполните чертеж. Шпилечное соединение.</li> <li>4. Выполните чертеж Шкив клиноременной передачи.</li> <li>5. Выполните чертеж Втулочная цепь.</li> <li>6. Выполните чертеж Роликовая цепь.</li> <li>7. Выполните чертеж Зубчатая цепь.</li> <li>8. Выполните чертеж. Муфта фланцевая.</li> <li>9. Выполните чертеж. Муфта втулочно-пальцевая.</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		<p>10. Выполните чертеж. Муфта цепная. 11. Выполните чертеж. Ступенчатый вал.</p> <p><i>Примерное практическое задание для экзамена</i> Для прямого стержня постоянного сечения подобрать размер стороны <math>a</math> квадратного сечения по условию прочности. Материал стержня – сталь. Допустимые напряжения <math>[\sigma]=160</math> МПа.</p> 

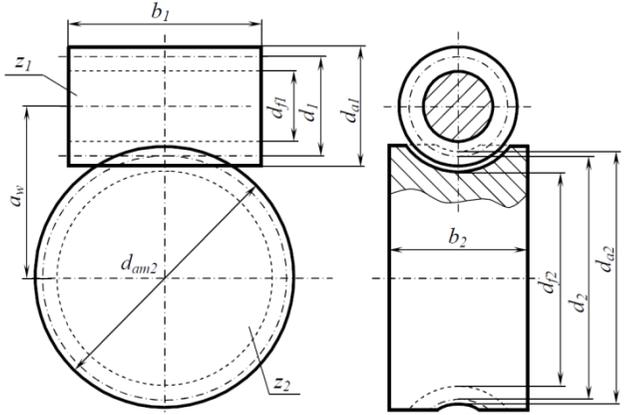
владеть	методами расчёта по типовым методикам, проектировать детали робототехнических систем в соответствии с техническим заданием	<p><b>Практическое задание к экзаменационному билету</b></p>  <p>Цилиндрическая зубчатая передача с прямыми зубьями имеет модуль <math>m</math>, число зубьев колес <math>z_1</math> и <math>z_2</math>. Определить <math>u</math>, <math>d_1</math> и <math>d_2</math>, <math>a_w</math>, <math>d_{a1}</math> и <math>d_{a2}</math>, <math>d_{f1}</math> и <math>d_{f2}</math>.</p> <table border="1" data-bbox="772 1340 1948 1532"> <thead> <tr> <th>Параметры</th> <th>Значения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>m</math>, мм</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td><math>z_1</math></td> <td>13</td> </tr> <tr> <td><math>z_2</math></td> <td>26</td> </tr> </tbody> </table>	Параметры	Значения	$m$ , мм	2	$z_1$	13	$z_2$	26
Параметры	Значения									
$m$ , мм	2									
$z_1$	13									
$z_2$	26									

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-8 - способностью внедрять результаты исследований и разработок и организовывать защиту прав на объекты интеллектуальной собственности		
знать	Методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы; проблемы создания машин различных типов, приводов, систем,	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Закон Гука</li> <li>2. Деформация растяжения и изгиба</li> <li>3. Перемещения и углы поворота</li> <li>4. Определение перемещений в простейших кронштейнах</li> <li>5. Определение перемещений абсолютно жесткого бруса</li> <li>6. Определение прогибов в простых балках и консолях</li> <li>7. Определение перемещений в простейших рамных системах</li> <li>8. Прочность, как важнейшее свойство материалов и конструкций</li> <li>9. Напряжение, как основной показатель прочности</li> <li>10. Общие сведения о растяжении</li> <li>11. Напряженно-деформированное состояние центрально растянутого элемента</li> <li>12. Основные понятия о сжатии элемента</li> <li>13. Напряженно-деформированное состояние элемента при осевом сжатии</li> <li>14. Основные понятия о смятии элемента</li> <li>15. Напряженно-деформированное состояние элемента при смятии</li> <li>16. Общие понятия о сдвиге элемента</li> <li>17. Напряженно-деформированное состояние элемента при сдвиге элемента</li> <li>18. Общие понятия о кручении элемента</li> <li>19. Напряженно-деформированное состояние бруса при кручении</li> <li>20. Прямой поперечный изгиб элемента</li> <li>21. Напряженно-деформированное состояние балки при прямом поперечном изгибе</li> <li>22. Понятие о рациональных формах простых балок</li> <li>23. Понятие о косом изгибе элемента</li> <li>24. Напряженно-деформированное состояние балки при косом изгибе</li> <li>25. Понятие о внецентренном сжатии элемента</li> <li>26. Напряженно-деформированное состояние внецентренно сжатого бруса жесткости</li> </ol>
уметь	выполнять работы в области научно-технической деятельности по проектированию и	<p><i>Пример задачи для экзамена</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для клеммового крепления рычага на валу (см. рисунок) диаметром <math>D=60</math> мм. Определить диаметр внутренней резьбы двух болтов, стягивающих клеммовое соединение, принимая</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	информационному обслуживанию	<p>силу <math>Q = 2000</math> Н, размер <math>R=300</math> мм, размер <math>a=50</math> мм. Коэффициент трения между валом и рычагом <math>f=0,12</math>. Увеличение усилия затягивания на деформацию рычага принять <math>K_p=1,5</math> от требуемого усилия затягивания, дополнительную нагрузку на болты от завинчивания гаек принять <math>K_z=1,3</math> и коэффициент запаса по трению принять <math>K_{\tau}=1,5</math>. Допускаемое напряжение в теле болтов от растяжения <math>[\sigma]=160</math> МПа.</p> 
владеть	методами по проведению проектных работ	<p><i>Пример задачи для экзамена</i></p> <p>На рисунке показано крепление крышки резервуара болтами с эксцентрично приложенной нагрузкой (болтами с костыльной головкой). Болты затянуты силой <math>F=1,5</math>кН. Определить внутренний диаметр резьбы болта <math>d</math> из условия растяжения и изгиба, принимая допускаемое напряжение растяжения <math>[\sigma]_p = 100</math> МПа; величину <math>e</math> - эксцентриситета приложения нагрузки принять равной диаметру болта.</p>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		
<p>ПК-11 - способностью производить расчеты и проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием</p>		
<p>знать</p>	<p>принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств</p>	<p><i>Перечень теоретических вопросов к экзамену:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наполнитель стекловолокно</li> <li>2. Наполнитель углеродное воле волокно</li> <li>3 Перспективные неорганические волокна</li> <li>4. Органические волокна</li> <li>5. Характеристика волокон</li> <li>6. Ткани</li> <li>7. Связующее эпоксидная смола</li> <li>8. Связующее ненасыщенная полиэфирная смола</li> <li>9. Связующие – кремнийорганические смолы</li> <li>10. Связующие – полиимидные смолы</li> <li>11. Термопластичные связующие</li> <li>12. Формование изделий из ПКМ методом ручной укладки</li> <li>13. Формование изделий из ПКМ методом напыления</li> <li>14. Пултрузия</li> <li>15. Намотка</li> <li>16. Физико-механические свойства ПКМ</li> <li>17. Теплофизические свойства ПКМ</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		18. Электрические свойства ПКМ 19. Горючесть ПКМ. Антипирены. 20. Современные методы контроля качества ПКМ
уметь	выполнять работы по метрологическому обеспечению, техническому контролю деталей робототехнических систем	<div data-bbox="1055 395 1579 735" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="853 778 1263 810"><i>Примеры задач для экзамена:</i></p> <ol data-bbox="853 818 2134 1230" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="853 818 2134 895">1. Подобрать посадку, для передачи вращающего момента <math>T</math>, в соединения с размерами (см. рисунок). Материал деталей - Сталь 50, шероховатость поверхностей - <math>Ra_1</math> и <math>Ra_2</math></li> <li data-bbox="853 938 2134 1098">2. Определить усилие, необходимое для запрессовки шарикоподшипника. Материал вала – Сталь 40X, материал колец подшипников – Сталь ШХ15 (модуль упругости <math>E_2 = 2,1 \cdot 10^5</math> МПа), шероховатость посадочной поверхности вала под внутреннее кольцо подшипника <math>Ra_1 = 1,25</math> мкм и внутреннего кольца подшипника <math>Ra_2 = 1,25</math> мкм.</li> <li data-bbox="853 1110 2134 1230">3. Рассчитать и сконструировать заклепочное соединение внахлестку двух полос с размерами в сечении <math>b \times \delta = 150 \times 6</math>; сила <math>F</math>, действующая на соединение, приложена по оси симметрии листов и равна 80 кН. Материал листов сталь Ст 3, заклепок - сталь Ст</li> </ol> <p data-bbox="853 1238 1756 1270"><i>Примерный перечень разделов для выполнения курсового проекта</i></p> <ol data-bbox="808 1313 1615 1528" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="808 1313 1559 1345">1. Выбор электродвигателя, кинематические расчеты;</li> <li data-bbox="808 1353 1285 1385">2. Рассчитать зубчатую передачу;       <ol data-bbox="853 1390 1615 1528" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="853 1390 1245 1422">2.1 Выбор материалов колес</li> <li data-bbox="853 1430 1368 1461">2.2 Расчет допускаемых напряжений;</li> <li data-bbox="853 1469 1615 1501">2.3 Расчет геометрических параметров зубчатых колес;</li> <li data-bbox="853 1509 1335 1528">2.4 Определение сил в зацеплении;</li> </ol> </li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства				
		<p>2.5 Проверка зубьев колес по напряжениям изгиба и контактными нормальными напряжениями;</p> <p>3. Конструктивные размеры зубчатого колеса;</p> <p>4. Расчет шпоночных соединений;</p> <p>5. Конструирование валов;</p> <p>6. Уточненный расчет валов;</p> <p>7. Конструирование крышек подшипников; выбор основных композиционных материалов в качестве уплотнителей;</p> <p>8. Смазывание и уплотнения;</p> <p>9. Конструирование корпуса.</p>				
владеть	<p>навыками проведения предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок деталей робототехнических систем и их элементов</p>	<p><b>Практическое задание к экзаменационному билету</b></p>  <p>Червячная передача имеет передаточное отношение <math>u</math>. Определить число заходов червяка <math>z_1</math> и число зубьев <math>z_2</math> колеса, которое находится в пределах 32...60.</p> <table border="1" data-bbox="779 1198 2004 1321"> <thead> <tr> <th>Передаточное отношение</th> <th>Значение</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><math>u</math></td> <td>8</td> </tr> </tbody> </table>	Передаточное отношение	Значение	$u$	8
Передаточное отношение	Значение					
$u$	8					

		<p>задачу кинематического анализа?</p> <p>12. Как определяется передаточное отношение зубчатого механизма с неподвижными осями?</p> <p>13. Какой механизм называется планетарным?</p> <p>14. Какой механизм называется дифференциальным?</p> <p>15. Что называется балансировкой вращающихся масс?</p> <p>16. Какая балансировка называется статической?</p> <p>17. Записать условие статической уравновешенности?</p> <p>18. Какая балансировка называется динамической?</p> <p>19. Записать условие полной уравновешенности?</p> <p>20. Что такое модуль зацепления?</p> <p>21. Назовите основные окружности зубчатого колеса?</p> <p>22. Что такое делительный шаг?</p> <p>23. Как определяется передаточное отношение?</p> <p>24. Сформулируйте основную теорему зацепления.</p> <p>25. Назовите методы изготовления зубчатых колес.</p> <p>26. В чем заключается сущность метода обкатки?</p> <p>27. Основные требования, предъявляемые к деталям машин. Критерии работоспособности деталей машин.</p>
<p>Уметь</p>	<p>проводить расчёты деталей и узлов машин и приборов по основным критериям работоспособности.</p> <p>применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.</p> <p>использовать методические, нормативные и руководящие материалы в проведении предварительного технико-экономического обоснования проектных разработок энергообъектов и их элементов.</p>	<p>28. Виды соединений деталей машин. Дать краткую характеристику различных соединений.</p> <p>29. Резьбовые соединения. Виды резьбовых соединений.</p> <p>30. Виды резьб. Основные параметры резьбы.</p> <p>31. Теория винтовой пары.</p> <p>32. Самоторможение винтовой пары. КПД винтовой пары.</p> <p>33. Распределение осевой нагрузки винта по виткам резьбы. Расчет резьбы на прочность.</p> <p>34. Расчет на прочность стержня винта (болта). Стержень винта нагружен только внешней растягивающей силой.</p> <p>35. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка отсутствует.</p> <p>36. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болтовое соединение нагружено силами, сдвигающими детали в стыке.</p> <p>37. Расчет на прочность стержня винта (болта). Болт затянут, внешняя нагрузка раскрывает стык деталей.</p>

		<p>38. Расчет соединений, включающих группу болтов.</p> <p>39. Шпоночные соединения.</p> <p>40. Зубчатые (шлицевые) соединения.</p> <p>41. Расчет зубчатых соединений.</p> <p>42. Заклепочные соединения. Конструкции, технология, классификация, области применения.</p> <p>43. Расчет на прочность элементов заклепочного шва. Материалы заклепок и допускаемые напряжения.</p> <p>44. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (стыковое соединение).</p> <p>45. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (соединение в нахлестку).</p> <p>46. Конструкция сварных соединений, расчет на прочность (тавровое соединение).</p> <p>47. Соединение деталей посадкой с натягом. Прочность соединения.</p> <p>48. Соединение деталей посадкой с натягом. Расчет на прочность втулки.</p> <p>49. Клеммовые соединения. Конструкция и применение. Расчет на прочность.</p>
<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>методами проектирования и расчёта по типовым методикам технологического оборудования с использованием стандартных средств</p> <p>методами проектирования и участвовать в проведении предварительного технико-</p>	<p>50. Что такое модуль зацепления?</p> <p>51. Назовите основные окружности зубчатого колеса?</p> <p>52. Что такое делительный шаг?</p> <p>53. Как определяется передаточное отношение?</p> <p>54. Сформулируйте основную теорему зацепления.</p> <p>55. Назовите методы изготовления зубчатых колес.</p> <p>56. В чем заключается сущность метода обкатки?</p> <p>57. Основные требования, предъявляемые к деталям машин. Критерии работоспособности деталей машин.</p> <p>58. Зубчатые передачи. Условия работы зуба в зацеплении.</p> <p>59. Силы в зацеплении цилиндрической передачи. Материалы зубчатых колес и термообработка.</p> <p>60. Влияние числа циклов изменения напряжений на прочность деталей. Допускаемые напряжения.</p> <p>61. Проектировочный расчет передачи на контактную выносливость активных поверхностей зубьев.</p>

	<p>экономического обоснования проектных разработок энергообъектов</p>	<p>62. Проверочный расчет цилиндрических зубчатых передач.  63. Конические зубчатые передачи. Основные параметры.  64. Проектировочный расчет конической передачи. Силы в зацеплении конической передачи.  65. Основные параметры, геометрия червячных передач.  66. Силы в зацеплении червячной передачи. Материалы червяков и венцов червячных колес.  67. Проектировочный расчет червячной передачи.  68. Валы и оси. Проектный расчет валов.  69. Валы и оси. Проверочный расчет валов.  70. Подшипники качения. Условные обозначения подшипников.  71. Основные критерии работоспособности и расчета подшипников качения.  72. Подшипники скольжения. Методы расчёта.  73. Муфты. Классификация.  74. Муфты постоянные глухие.  75. Муфты постоянные компенсирующие жёсткие.  76. Муфты постоянные компенсирующие упругие.  77. Муфты сцепные.  78. Муфты предохранительные.  79. Ремённые передачи. Критерии работоспособности и расчёта.  80. Цепные передачи. Критерии работоспособности и расчёта</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):

При сдаче экзамена:

- на оценку **«отлично»** – обучающийся показывает высокий уровень сформированности компетенций ОПК-2, то есть должен показать высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций, то есть должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** – обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, то есть должен показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** – результат обучения не достигнут, 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. Коньков, А. А. Аналитическая механика и основы расчета динамических нагрузок [Электронный ресурс] / А. А. Коньков. - Москва : МГАВТ, 2008. - 15 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/401269> (дата обращения: 07.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Прикладная механика: учебник: В 2 частях Часть 2: Основы структурного, кинематического и динамического анализа механизмов : учеб. пособие / А.Н. Соболев, А.Я. Некрасов, Ю.И. Бровкина. — Москва : КУРС : НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 160 с. — (Бакалавриат). - ISBN 978-5-906818-57-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/550572> (дата обращения: 07.11.2020). – Режим доступа: по подписке.
2. Прикладная механика : учеб. пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко [и др.]. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2019. — 2-е изд., доп. и перераб. — 339 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа <http://new.znanium.com>]. — (Высшее образование). — <https://doi.org/10.12737/24838>. - ISBN 978-5-369-01660-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1021436> (дата обращения: 07.11.2020). – Режим доступа: по подписке.

## в) Методические указания:

1. Методические указания для студентов по подготовке к структурному и кинематическому анализу механизмов / составители: А.К. Белан, Е.В. Куликова О.А. Белан ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2019. - 20 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный

2. Методические указания для студентов по подготовке к проектированию зубчатых передач. / составители: А.К. Белан, Е.В. Куликова О.А. Белан ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2017. - 22 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный

3. Методические указания для студентов по подготовке к лабораторному практикуму по прикладной механике и деталям металлургических машин: А.К. Белан, Е.В. Куликова О.А. Белан ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2016. - 28 с. : ил., табл. - Текст : непосредственный

## г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007	№135 от 17.09.2007	бессрочно
7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации. Модели механизмов, образцы редукторов, коробок передач и других узлов машин общего и специального назначения. Витрины с образцами деталей машин. Плакаты, диапозитивы, фолии, рисунки для кодоскопа. Лабораторные установки. Видеофильмы по разделам: "Фрикционные

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
	передачи и вариаторы", "Ременные передачи", "Зубчатые передачи", "Подшипники скольжения и качения", "Муфты" и др.
Компьютерный класс	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета