



**УТВЕРЖДЕНО:**  
Ученым советом Высшей школы сервиса  
Протокол № 1 от «29» 09. 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

***Б1.Б.18 ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА***

**Основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы  
бакалавриата**

**по направлению подготовки: *15.03.02 Технологические машины и оборудование*  
направленность (профиль): *Бытовые машины и приборы***

**Квалификация: *бакалавр***

**Разработчики:**

должность	ученая степень и звание, ФИО
<i>Доцент</i>	<i>к.т.н., Александров Е.Б.</i>

**Рабочая программа согласована и одобрена директором ОПОП:**

должность	ученая степень и звание, ФИО
<i>Доцент Высшей школы сервиса</i>	<i>к.т.н., доцент Максимов А.В.</i>



## 1. Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Б1.Б.18 «Прикладная механика» относится к базовой части первого блока программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профилю «Бытовые машины и приборы».

Дисциплина основывается на знаниях, полученных в предшествующих дисциплинах: «Стандартизация и управление качеством», «Материаловедение. Конструкционные материалы».

Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:

ОК-7 – способностью к самоорганизации и самообразованию;

ПК-5 – способностью принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования;

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с устройством и принципов работы механизмов. Прикладная механика состоит из четырёх разделов: теории механизмов, динамики и прочности инженерных конструкций, третий раздел посвящён вопросам проектирования наиболее распространённых механизмов, четвёртый раздел посвящен деталям машин.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 12 зачетных единиц, 432 часа.

4 семестр – занятия лекционного типа (10 часов), практические занятия (14 часов), самостоятельная работа студента (224 часа), консультации (2 часа), промежуточная аттестация в форме зачета (2 часа);

5 семестр – занятия лекционного типа (6 часов), практические занятия (8 часов), самостоятельная работа студента (90 часов), консультации (2 часа), промежуточная аттестация в форме зачета (2 часа);

6 семестр – занятия лекционного типа (6 часов), практические занятия (8 часов), самостоятельная работа студента (54 часа), консультации (2 часа), промежуточная аттестация в форме экзамена (2 часа).

Преподавание дисциплины ведется на 2 и 3 курсах, и предусматривает проведение учебных занятий следующих видов: лекции (поточные), практические занятия в форме практических работ, дискуссий, самостоятельная работа обучающихся в форме подготовки к практическим занятиям, контрольным работам, тестированиям, групповые и индивидуальные консультации.

Программой предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме фронтального опроса, тестирования; промежуточная аттестация в форме зачета в 4 и 5 семестрах и экзамена в 6 семестре.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

№ пп	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)
1.	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию
2.	ПК-5	способен принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования



### 3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП:

Дисциплина Б1.Б.18 «Прикладная механика» относится к базовой части первого блока программы бакалавриата по направлению подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», профилю «Бытовые машины и приборы».

Формирование компетенции ОК-7 начинается в дисциплинах «Основы энергосбережения и энергоэффективности» в 1-ом семестре, «Технологии делового общения» в 1-4 семестрах, «Маркетинг» в 3-ем семестре, «Материаловедение. Конструкционные материалы» в 3-ем семестре.

Формирование компетенции ПК-5 начинается в дисциплинах «Основы энергосбережения и энергоэффективности» в 1-ом семестре, «Компьютерное моделирование и проектирование» в 3 семестре и Учебной практике во 2 семестре, продолжается при параллельном изучении дисциплины «Компьютерное моделирование и проектирование» в 4 семестре, «Теоретические основы рабочих процессов объектов профессиональной деятельности» в 6-ом семестре, «Конструкция объектов профессиональной деятельности» в 5-6 семестрах, производственной практике в 4-6 семестрах; и затем продолжает изучаться в дисциплинах «Теоретические основы рабочих процессов объектов профессиональной деятельности» в 7-9-ом семестрах, «Конструкция объектов профессиональной деятельности» в 7 семестре, «Проектирование и производство бытовых машин и приборов» в 7-8 семестрах, «Современные ресурсосберегающие технологии» в 8-9 семестрах и преддипломной практике в 9 семестре.

### 4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

<b>Заочная форма обучения.</b>					
Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зачетных единицы.					
Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		4	5	6	
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	64	28	18	18	
В том числе:					
Лекции	22	10	6	6	
Практические занятия	30	14	8	8	
Семинары					
Лабораторные работы					
Консультация	6	2	2	2	
Промежуточная аттестация	6	2	2	2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	274	130	90	54	
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)		Зач.	Зач.	Экз.	
Общая трудоемкость	час	432	252	108	72
	з.е.	12	7	3	2



**5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**Для заочной формы обучения**

Номер недели семестра	Наименование раздела	Наименование тем лекций, практических работ, лабораторных работ, семинаров, СРС	Виды учебных занятий и формы их проведения									
			Лекции, акад. часов	Форма проведения лекции	Практические занятия, акад. часов	Форма проведения практического занятия	Семинары, акад. часов	Форма проведения семинара	Лабораторные работы, акад. часов	Форма проведения лабораторной работы	СРС, акад. часов	Форма проведения СРС
<b>4 семестр</b>												
1.	Введение в курс	1.1. Предмет и задачи курса. 1.2. Основные понятия статики 1.3 Основные понятия и определения сопротивления материалов. Основные принципы и допущения. Внешние силы и их	2	Поточная	4	Практическая работа					56	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к контрольной работе



		классификация. Внутренние усилия. Метод сечений. Напряжения и деформации. 1.4. Определение опорных реакций (плоский случай)										
Контрольная точка № 1 – контр. раб												
2.	Прочность элементов конструкций при центральном растяжении (сжатии)	2.1. Внутренние усилия. Напряжения и деформации. Закон Гука. Напряжения на наклонных площадках. 2.2. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия. Коэффициент запаса. Три типа задач при растяжении и сжатии. 2.3. Расчет бруса при растяжении (сжатии)	2	Поточная	4	Практическая работа					56	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию
Контрольная точка № 2 – тестирование												



3.	Теория напряженного состояния Геометрические характеристики сечений.	3.1. Виды напряженного состояния: линейное, плоское, объемное. Главные площадки и главные напряжения 3.2. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты. Главные оси и главные моменты инерции. Понятие о стандартных профилях	2	Поточная	4	Практическая работа					56	Проработка лекционного материала Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой)
4.	Прочность элементов конструкций при сдвиге и кручении	4.1. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука для сдвига. Потенциальная энергия при сдвиге. 4.2. Понятие о кручении. Внутренние усилия при кручении. Напряжения и деформации при кручении.	2	Поточная	2	Практическая работа					56	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка презентации.



Контрольная точка № 3 – презентация

4.3. Методика испытаний на кручение стальных образцов. Три типа задач на кручение.  
4.4. Расчеты при кручении стержня круглого поперечного сечения.

2

Поточная

Контрольная точка № 4 – тестирование

Консультация – 2 часа

Промежуточная аттестация – зачет – 2 часа

5 семестр

5. Прочность элементов конструкций при прямом изгибе

5.1. Понятие об изгибе. Внутренние усилия при изгибе. Напряжения и деформации. Три типа задач при изгибе. Потенциальная энергия при изгибе  
5.2. Определение внутренних усилий при изгибе.

2

Поточная

4

Практическая работа

18

Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой)  
Подготовка к тестированию.



Контрольная точка № 1 – тестирование

5.3. Расчеты на прочность при изгибе.  
5.4. Определение деформаций при изгибе.

18

Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой)  
Подготовка презентации.

Контрольная точка № 2 – презентация

6. Теории прочности. Сложное сопротивление. Прочность элементов конструкций при циклическом нагружении

6.1. Понятие о теориях прочности. Основные теории прочности. Элементы рационального проектирования простейших систем.  
6.2. Понятие о сложном сопротивлении. Косой изгиб. Внецентренное растяжение бруса. Совместное действие изгиба и кручения.  
6.3. Расчеты на

2

Поточная

2

Практическая работа

36

Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой)  
Подготовка к тестированию.





		прочность при сложном сопротивлении. 6. 4. Циклические напряжения и их влияние на прочность материалов											
Контрольная точка № 3 – тестирование													
7.	Соединения деталей механизмов и машин	7.1. Неразъемные соединения (заклепочные, сварные, паяные, клеевые). Конструкция, классификация и основы расчета. 7.2. Разъемные соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые, болтовые, винтовые, штифтовые). Конструкция, классификация и основы расчета.	2	Поточная	2	Практическая работа					18	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию.	
Контрольная точка № 4 – тестирование													
<b>Консультация – 2 часа</b>													
<b>Промежуточная аттестация – зачет – 2 часа</b>													



6 Семестр

8.	Механические передачи	8.1. Зубчатые передачи (конструкция, основные параметры, основы расчета, методика проектного и проверочного расчетов)	2	Поточная	4	Практическая работа					13	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию.	
		8.2. Червячные передачи (конструкция, основные параметры, основы расчета, методика проектного и проверочного расчетов)											
Контрольная точка № 1 – тестирование													
		8.3. Ременные передачи (конструкция, классификация, типы и материалы ремней, основы расчета)										13	Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию.
		8.4. Цепные передачи (конструкция, основные параметры, силовые соотношения, расчет цепи на прочность).											
Контрольная точка № 2 – тестирование													



9.	Детали и сборочные единицы механических передач	9.1. Валы и оси (конструкция валов, методы крепления в опорах, расчет нагрузок, действующих на вал, выбор материала для изготовления валов, расчет вала по критерию усталостной прочности).	4	Поточная	4	Дискуссия						12	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию
Контрольная точка № 3 – тестирование													



		9.2. Опоры осей и валов, подшипники (конструкции опор, определение нагрузок, действующих на опоры; подшипники скольжения, их конструкция и расчет на долговечность; подшипники качения и их классификация; конструкция, методы крепления подшипников на валах и в корпусах, расчет подшипников на долговечность). 9.3. Муфты (классификация, конструкция, методика выбора).									16	Проработка лекционного материала. Подготовка к практическому занятию (работа с конспектом лекций и литературой) Подготовка к тестированию
Контрольная точка № 4 – тестирование												
<b>Консультация – 2 часа</b>												
<b>Промежуточная аттестация – экзамен – 2 часа</b>												



## 6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№ п\п	Содержание	Трудоемкость	Учебно-методическое обеспечение
<b>4 семестр</b>			
1	1.1. Предмет и задачи курса. 1.2. Основные понятия статики 1.3. Основные понятия и определения сопротивления материалов. Основные принципы и допущения. Внешние силы и их классификация. Внутренние усилия. Метод сечений. Напряжения и деформации. 1.4. Определение опорных реакций (плоский случай)	56	1. Прикладная механика: учебное пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко и др. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 339 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=339952">https://znanium.com/catalog/document?id=339952</a>
2	2.1. Внутренние усилия. Напряжения и деформации. Закон Гука. Напряжения на наклонных площадках. 2.2. Механические свойства материалов при растяжении и сжатии. Потенциальная энергия. Коэффициент запаса. Три типа задач при растяжении и сжатии. 2.3. Расчет бруса при растяжении (сжатии)	56	2. Теоретическая механика: учеб. пособие / Н.А. Березина. – 2 изд. стер. – М. ФЛИНТА, 2020/ - 256 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=360323">https://znanium.com/catalog/document?id=360323</a>
3	3.1. Виды напряженного состояния: линейное, плоское, объемное. Главные площадки и главные напряжения 3.2. Статические моменты. Осевые и центробежные моменты. Главные оси и главные моменты инерции. Понятие о стандартных профилях.	56	3. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Р.Н. Сиренко. – М.: РИОР, 2018. – 157 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=372067">https://znanium.com/catalog/document?id=372067</a>
4	4.1. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука для сдвига. Потенциальная энергия при сдвиге. 4.2. Понятие о кручении. Внутренние усилия при кручении. Напряжения и деформации при кручении.	56	
<b>Итого за 4 семестр:</b>		<b>224</b>	
<b>5 семестр</b>			
5	5.1. Понятие об изгибе. Внутренние усилия при изгибе. Напряжения и деформации. Три типа задач при изгибе. Потенциальная энергия при изгибе 5.2. Определение внутренних усилий при изгибе.	18	1. Прикладная механика: учебное пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко и др. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 339 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=339952">https://znanium.com/catalog/document?id=339952</a>
	5.3. Расчеты на прочность при изгибе. 5.4. Определение деформаций при изгибе.	18	2. Теоретическая механика: учеб. пособие /



6	6.1. Понятие о теориях прочности. Основные теории прочности. Элементы рационального проектирования простейших систем. 6.2. Понятие о сложном сопротивлении. Косой изгиб. Внецентренное растяжение бруса. Совместное действие изгиба и кручения. 6.3. Расчеты на прочность при сложном сопротивлении. 6.4. Циклические напряжения и их влияние на прочность материалов	36	Н.А. Березина. – 2 изд. стер. – М. ФЛИНТА, 2020/ - 256 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=360323">https://znanium.com/catalog/document?id=360323</a> 3. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Р.Н. Сиренко. – М.: РИОР, 2018. – 157 с. ( <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=372067">https://znanium.com/catalog/document?id=372067</a> ) 4. Детали машин и основы конструирования: учеб./ С.М. Горбатюк и др.; под ред. С.М. Горбатюка. – М. Изд. Дом МИСиС, 2014/ - 377 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=368591">https://znanium.com/catalog/document?id=368591</a>
7	7.1. Неразъемные соединения (заклепочные, сварные, паяные, клеевые). Конструкция, классификация и основы расчета. 7.2. Разъемные соединения (резьбовые, шпоночные, шлицевые, болтовые, винтовые, штифтовые). Конструкция, классификация и основы расчета.	18	
<b>Итого за 5 семестр:</b>		<b>90</b>	
<b>6 семестр</b>			
8	8.1. Зубчатые передачи (конструкция, основные параметры, основы расчета, методика проектного и проверочного расчетов) 8.2. Червячные передачи (конструкция, основные параметры, основы расчета, методика проектного и проверочного расчетов)	13	1. Прикладная механика: учебное пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко и др. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 339 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=339952">https://znanium.com/catalog/document?id=339952</a>
	8.3. Ременные передачи (конструкция, классификация, типы и материалы ремней, основы расчета) 8.4. Цепные передачи (конструкция, основные параметры, силовые соотношения, расчет цепи на прочность).	13	2. Теоретическая механика: учеб. пособие / Н.А. Березина. – 2 изд. стер. – М. ФЛИНТА, 2020/ - 256 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=360323">https://znanium.com/catalog/document?id=360323</a>
9	9.1. Валы и оси (конструкция валов, методы крепления в опорах, расчет нагрузок, действующих на вал, выбор материала для изготовления валов, расчет вала по критерию усталостной прочности).	12	3. Матвеев Ю.А., Матвеева Л.В. Теория механизмов и машин: Учебное пособие. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. – 320 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=274744/">https://znanium.com/catalog/document?id=274744/</a>
	9.2. Опоры осей и валов, подшипники (конструкции опор, определение нагрузок, действующих на опоры; подшипники скольжения, их конструкция и расчет на долговечность; подшипники качения и их классификация; конструкция, методы крепления подшипников на валах и в корпусах, расчет подшипников на долговечность). 9.3. Муфты (классификация, конструкция, методика выбора).	16	4. Детали машин и основы конструирования: учеб./ С.М. Горбатюк и др.; под ред. С.М. Горбатюка. – М. Изд. Дом МИСиС, 2014/ - 377 с. <a href="https://znanium.com/catalog/document?id=368591">https://znanium.com/catalog/document?id=368591</a>



	Итого за 6 семестр:	54	
--	---------------------	----	--

### Перечень вопросов для самостоятельной работы студентов

1. Основные допущения (гипотезы) и принципы. Идеализация материала, ограничение количества рассматриваемых форм тел, допущения о деформациях тел. Основные принципы.
2. Внешние нагрузки и их классификация. Внутренние силовые факторы. Метод сечений.
3. Напряжения в сечениях упругого тела. Полное напряжение. Нормальные и касательные напряжения.
4. Деформации упругих систем. Виды деформаций в общем случае нагружения тел. Меры деформации.
5. Внутренние силовые факторы при растяжении. Определение продольных усилий. Построение эпюры.
6. Напряжения при растяжении и сжатии. Понятие о деформировании бруса при растяжении. Напряжения в сечениях, наклоненных к его оси.
7. Закон Гука. Определение перемещений при растяжении и сжатии. Формулировка закона Гука. Модуль упругости первого рода. Жесткость бруса при растяжении. Удлинение бруса. Эпюра перемещений (на конкретном примере).
8. Работа внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия деформации при растяжении.
9. Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения мягкой стали, характерные участки диаграммы. Диаграммы растяжения легированной стали и чугуна. Диаграмма сжатия мягкой стали и чугуна.
10. Диаграмма деформирования и ее схематизация. Диаграмма деформирования идеально пластичного материала. Диаграмма деформирования легированной стали и ее схематизация.
11. Допускаемые напряжения. Запас прочности. Определение допускаемых напряжений, определение коэффициента запаса.
12. Три типа задач при растяжении и сжатии
12. Статический момент плоского сечения. Понятие о статическом моменте. Статический момент относительно параллельных осей. Центр тяжести плоского сечения.
13. Моменты инерции плоских сечений. Понятие о моментах инерции. Моменты инерции относительно осей, параллельных центральному.
14. Главные оси и главные моменты инерции. Зависимость моментов инерции от угла поворота осей.
15. Понятие о напряженном состоянии. Одноосное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние и объемное напряженное состояние.
16. Плоское напряженное состояние. Напряжения на площадках, наклоненных под углом  $\alpha$  в случае плоского напряженного состояния.
17. Обобщенный закон Гука. Относительные деформации при плоском и объемном напряженном состоянии. Относительные изменения объема.
18. Потенциальная энергия бруса в общем случае нагружения. Усилия в поперечном сечении бруса в общем случае нагружения.
19. Чистый сдвиг. Определение чистого сдвига как одного из видов напряженного состояния. Закон Гука при чистом сдвиге. Потенциальная энергия при сдвиге. Модуль сдвига.
20. Определение внутренних усилий при кручении.



21. Напряжение при кручении круглого вала. Особенности деформирования при кручении. Вывод формулы для определения  $\varphi$ . Момент сопротивления при кручении. Деформации при кручении круглого вала. Понятие о деформировании при кручении. Вывод формулы для определения угла закручивания вала. Построение эпюры углов закручивания.
22. Потенциальная энергия при кручении.
23. Три типа задач на кручение. Оценка прочности, определение геометрических характеристик поперечных сечений. Определение величины допускаемой нагрузки.
24. Расчеты на жесткость вала.
24. Понятие об изгибе. Плоский изгиб, поперечный изгиб, чистый изгиб. Виды опор балок. Определение реакций опор. Особенности деформирования балки при изгибе.
25. Внутренние усилия при изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент в сечениях балки. Формула Журавского.
26. Напряжения при чистом изгибе. Вывод формулы для определения нормальных напряжений. Момент сопротивления при изгибе.
27. Напряжения при поперечном изгибе. Определение нормальных напряжений. Вывод формулы для касательных напряжений.
28. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Вывод дифференциального уравнения. Уравнение углов поворота, уравнение упругой линии балки.
29. Универсальное уравнение упругой линии балки. Правила его использования.
30. Три типа задач расчетов на прочность при поперечном изгибе. Главные нормальные напряжения. Условие прочности. Оценка прочности. Определение геометрических характеристик поперечного сечения балки. Определение допускаемой нагрузки.
31. Понятие о теориях прочности. Необходимость введения теорий прочности.
32. Основные теории прочности. Необходимость введения теорий прочности. Первая, вторая и третья теории прочности, их недостатки и области применения.
33. Понятие о сложном сопротивлении.
34. Косой изгиб. Напряжения при косом изгибе. Положение нейтральной линии.
35. Внецентренное нагружение короткого стержня. Нормальные напряжения при внецентренном нагружении. Положение нейтральной линии. Ядро сечения.
36. Совместное действие изгиба и кручения. Исследуемая схема. Определение нагрузок. Определение внутренних усилий. Определение нормальных и касательных напряжений.
37. Общие понятия о шпоночных соединениях, виды шпонок, конструкция, основные параметры.
38. Резьбовые соединения. Виды резьб. Виды резьбовых соединений.
39. Метрическая резьба, ее основные параметры. Изображение резьбы на чертежах.
40. Критерии работоспособности деталей и узлов машин. Проектный и проверочный расчеты. Допускаемые напряжения.
41. Единая система конструкторской документации, ее состав, назначение, области распространения, обозначение стандартов.
42. Виды изделий, виды конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов, основные надписи.
43. Конструкция цилиндрических зубчатых передач, основные параметры. Стандартные параметры зубчатых передач.
44. Основные геометрические параметры цилиндрической прямозубой передачи.
45. Основные геометрические параметры цилиндрической косозубой передачи
46. Силы в зацеплении прямозубой цилиндрической зубчатой передачи.
47. Силы в зацеплении косозубой цилиндрической зубчатой передачи.
48. Методика проектного расчета цилиндрических зубчатых передач.





49. Методика проверочного расчета цилиндрических закрытых зубчатых передач по контактному напряжению.
50. Конструкция червячной передачи, особенности зацепления червяка и червячного колеса.
51. Геометрические параметры червячной передачи.
52. Силы в зацеплении червячных передач.
53. Конструкция ременных передач. Виды ремней. КПД и передаточное отношение. Виды сечения клиновых ремней.
54. Силы в ременной передаче. Конструкция, области применения, основные параметры.
55. Валы и оси.
56. Конструкции входного и выходного вала 2х ступенчатого редуктора.
57. Силы, действующие на входной и выходной вал 2х ступенчатого цилиндрического редуктора. Методика вычисления сил реакций в опорах.
58. Эпюры изгибающих моментов, действующих на входной и выходной вал 2х ступенчатого цилиндрического редуктора.
59. Радиально-упорные подшипники качения. Конструкция, области применения, основные параметры.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ пп	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	Методы и формы самоорганизации и самообразования с целью достижения поставленной цели	Самостоятельно оценивать роль новых знаний, навыков и компетенций в образовательной и профессиональной деятельности.	Навыками самостоятельного приобретения дополнительных знаний и умений
2.	ПК-5	способность принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с	основные положения математики и физики; законы механического движения материи и	представлять механическую систему на основе математических и физических знаний	навыками решения прикладных задач механики с применением математических и



		техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования	законы теоретической механики		физических законов
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------	--	--------------------

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на разных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Результат обучения по дисциплине	Показатель оценивания	Критерий оценивания	Этап освоения компетенции
Знать методы и формы самоорганизации и самообразования с целью достижения поставленной цели. Уметь самостоятельно оценивать роль новых знаний, навыков и компетенций в образовательной и профессиональной деятельности. Владеть навыками самостоятельного приобретения дополнительных знаний и умений	Контрольная работа, тестирование, презентация	Студент демонстрирует знание методов и формы самоорганизации и самообразования с целью достижения поставленной цели. Самостоятельно оценивает роль новых знаний, навыков и компетенций в образовательной и профессиональной деятельности. Продемонстрировал владение навыками самостоятельного приобретения дополнительных знаний и умений	Закрепление способности к самоорганизации и самообразованию
Знать основные положения математики и физики; законы механического движения материи и законы теоретической механики. Уметь представлять механическую систему на основе математических и физических знаний. Владеть навыками решения прикладных задач механики с применением математических и физических законов	Контрольная работа, тестирование, презентация	Студент демонстрирует знание основных положений математики и физики; законы механического движения материи и законы теоретической механики. Самостоятельно представляет механическую систему на основе математических и физических знаний. Продемонстрировал владение навыками решения прикладных задач механики с применением математических и физических законов	Закрепление способности принимать участие в работах по расчету и проектированию деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями и использованием стандартных средств автоматизации проектирования



### Критерии и шкала оценивания освоения этапов компетенций на промежуточной аттестации

В качестве внутренней шкалы текущих оценок используется 80 балльная оценка обучающихся, как правило, по трем критериям: посещаемость, текущий контроль успеваемости, активность на учебных занятиях.

Рейтинговая оценка обучающихся независимо от ее общей трудоемкости (без учета результатов экзамена/дифференцированного зачета) определяется по 80-балльной шкале в каждом семестре. Распределение баллов между видами контроля устанавливается в следующем соотношении:

- посещение учебных занятий (до 30 баллов за посещение всех занятий);

- текущий контроль успеваемости (до 50 баллов), в том числе:

1 задание текущего контроля (0-10 баллов)

2 задание текущего контроля (0-10 баллов)

3 задание текущего контроля (0-10 баллов)

4 задание текущего контроля (0-15 баллов);

Результаты текущего контроля успеваемости при выставлении оценки в ходе промежуточной аттестации учитываются следующим образом.

Оценка «отлично» может быть выставлена только по результатам сдачи экзамена/дифференцированного зачета. Автоматическое проставление оценки «отлично» не допускается.

*Если по результатам текущего контроля обучающийся набрал:*

*71-80 балл — имеет право получить «автоматом» «зачтено» или оценку «хорошо»;*

*62-70 баллов — имеет право получить «автоматом» «зачтено» или оценку «удовлетворительно»;*

*51-61 балл — обязан сдавать зачет/экзамен;*

*50 баллов и ниже — не допуск к зачету/экзамену.*

*Технология выставления итоговой оценки, в том числе перевод в итоговую 5-балльную шкалу оценки определяется следующим образом:*

**Таблица перевода рейтинговых баллов в итоговую 5 — балльную оценку**

Баллы за семестр	Автоматическая оценка		Баллы за зачет/экзамен		Общая сумма баллов	Итоговая оценка
	зачтено	экзамен	min	max		
71-80	зачтено	4 (хорошо)	18	20	89-90	4 (хорошо)
					91-100	5 (отлично)
62-70	зачтено	3 (удовлетворительно)	15	20	77-90	4 (хорошо)
51-61	Допуск к зачету/экзамену		11	20	62-75	3 (удовлетворительно)
					76-81	4 (хорошо)
50 и менее	Не допуск к зачету, экзамену					



**Виды средств оценивания, применяемых при проведении текущего контроля и шкалы оценки уровня знаний, умений и навыков при выполнении отдельных форм текущего контроля**

*Средство оценивания – контрольная работа*

**Шкала оценки уровня знаний, умений и навыков при выполнении контрольной работы**

оценка	Критерии оценивания	Показатели оценивания
«5»	<ul style="list-style-type: none"><li>– полно раскрыто содержание материала;</li><li>– материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</li><li>– продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;</li><li>– точно используется терминология;</li><li>– показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li><li>– продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;</li><li>– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;</li><li>– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;</li><li>– допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала,</li><li>– знание основной и дополнительной литературы;</li><li>– последовательно и четко отвечает на вопросы контрольной работы;</li><li>– демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала;</li><li>– подтверждает полное освоение компетенций, предусмотренных программой</li></ul>
«4»	<ul style="list-style-type: none"><li>– вопросы излагаются систематизировано и последовательно;</li><li>– продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li><li>– продемонстрировано усвоение основной литературы.</li><li>– ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы;</li><li>– дает полные ответы на теоретические вопросы контрольной работы;</li><li>– правильно применяет теоретические</li></ul>



	<p>при этом имеет один из недостатков:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– а) в изложении допущены небольшие пробелы, не исказившие содержание ответа;</li><li>– б) допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа.</li><li>– в) допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов.</li></ul>	<p>положения к оценке практических ситуаций;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– демонстрирует хороший уровень освоения материала и в целом подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой</li></ul>
«3»	<ul style="list-style-type: none"><li>– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li><li>– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;</li><li>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии.</li><li>– при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации;</li><li>– продемонстрировано усвоение основной литературы</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности;</li><li>– при ответе на вопросы контрольной работы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения;</li><li>– не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций;</li><li>– подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой на минимально допустимом уровне</li></ul>
«2»	<ul style="list-style-type: none"><li>– не раскрыто основное содержание учебного материала;</li><li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li><li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li><li>– не сформированы компетенции, умения и навыки.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине;</li><li>– не способен аргументировано и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом;</li><li>– не подтверждает освоение компетенций, предусмотренных программой</li></ul>

**оценочная шкала контрольной работы**

<b>Процентный интервал оценки</b>	<b>оценка</b>
---------------------------------------	---------------



менее 50%	2
51% - 70%	3
71% - 85%	4
86% - 100%	5

*Средство оценивания – тестирование*

**Шкала оценки уровня знаний, умений и навыков при решении тестовых заданий**

Критерии оценки	оценка
выполнено верно заданий	«5», если (90 – 100)% правильных ответов
	«4», если (70 – 89)% правильных ответов
	«3», если (50 – 69)% правильных ответов
	«2», если менее 50% правильных ответов

*Средство оценивания – презентация*

**Шкала оценки уровня знаний, умений и навыков при выполнении презентации**

№	Критерии	Оценка	Количество баллов
1	Структура	- количество слайдов соответствует содержанию и продолжительности выступления (для 7-минутного выступления рекомендуется использовать не более 10 слайдов) - наличие титульного слайда и слайда с выводами	до 7 баллов
2	Наглядность	- иллюстрации хорошего качества, с четким изображением, текст легко читается - используются средства наглядности информации (таблицы, схемы, графики и т. д.)	до 7 баллов
3	Дизайн и настройка	- оформление слайдов соответствует теме, не препятствует восприятию содержания, для всех слайдов презентации используется один и тот же шаблон оформления	до 7 баллов
4	Содержание	- презентация отражает основные этапы исследования (проблема, цель, гипотеза, ход работы, выводы, ресурсы) - содержит полную, понятную информацию по теме работы - орфографическая и пунктуационная грамотность	до 7 баллов



5	Требования к выступлению	<ul style="list-style-type: none"><li>- выступающий свободно владеет содержанием, ясно и грамотно излагает материал</li><li>- выступающий свободно и корректно отвечает на вопросы и замечания аудитории</li><li>- выступающий точно укладывается в рамки регламента (7 минут)</li></ul>	до 7 баллов
<b>Максимальный балл</b>			<b>35 балла</b>

**Виды средств оценивания, применяемых при проведении промежуточной аттестации и шкалы оценки уровня знаний, умений и навыков при их выполнении**

*Средство оценивания – тестирование*

**Шкала оценки уровня знаний, умений и навыков при решении тестовых заданий**

Критерии оценки	оценка
выполнено верно заданий	«5», если (90 – 100)% правильных ответов
	«4», если (70 – 89)% правильных ответов
	«3», если (50 – 69)% правильных ответов
	«2», если менее 50% правильных ответов

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.**

Номер недели семестра	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	Вид и содержание контрольного задания	Требования к выполнению контрольного задания и срокам сдачи
1	Введение в курс	Контрольная работа – решение задач	Правильно решить расчетную задачу
2	Прочность элементов конструкций при центральном растяжении (сжатии)	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
3	Теория напряженного состояния Геометрические характеристики сечений.	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
4	Прочность элементов	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру –



	конструкций при сдвиге и кручении		60 минут
	Прочность элементов конструкций при прямом изгибе	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
	Теории прочности. Сложное сопротивление. Прочность элементов конструкций при циклическом нагружении	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
	Соединения деталей механизмов и машин	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
	Механические передачи	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут
	Детали и сборочные единицы механических передач	Тестовые задания, количество вопросов - 20	. Выбрать правильный ответ. Время, отводимое на процедуру – 60 минут

### Текущий контроль:

#### Вариант № \_\_\_\_

1. Основным содержанием сопротивления материалов является разработка \_\_\_\_\_, с помощью которых можно выбрать материал и необходимые размеры элементов конструкции, оценить сопротивление конструкционных материалов внешним воздействиям.

- а) методов расчета промышленных сооружений
- б) моделей прочностной надежности летательных аппаратов
- в) методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций
- г) основных принципов расчета призматических оболочек

2. Принцип, утверждающий, что в точках тела, достаточно удаленных от мест приложения сил, внутренние силы практически не зависят от характера распределения внешних сил (и зависят лишь от статического эквивалента последних) называется \_\_\_\_\_.

3. К объемным силам относятся ...

- а) сосредоточенные силы
- б) нагрузки, распределенные по поверхности
- в) погонные нагрузки
- г) собственный вес тела

4. Приращение сил взаимодействия между частицами (частями) тела, возникающие при его нагружении называется ...

- а) внутренними силовыми факторами
- б) напряженным состоянием





- в) внутренними силами
- г) напряжениями

5. Изменение размеров или формы реального тела, подверженного действию внешних сил, называется \_\_\_\_\_.

### Тест по блоку 3

#### Вариант № \_\_\_\_

1. Напряженным состоянием в точке нагруженного тела называется ...
2. Главные напряжения обозначаются через  $\sigma_1$ ;  $\sigma_2$ ;  $\sigma_3$ . Индексы 1, 2, 3 присваиваются главным напряжениям
  - в порядке возрастания (с учетом знака)
  - в порядке возрастания (без учета знака)
  - в порядке убывания (с учетом знака)
  - в порядке убывания (без учета знака)
3. Объемным (трехосным, пространственным, сложным) напряженным состоянием называется такое напряженное состояние, при котором ...
4. Центробежным моментом инерции сечения называется ...
5. Осевые моменты инерции сечений могут быть
  - только положительными
  - только отрицательными
  - и положительными и отрицательными

### Тест по блоку 7-9

#### Вариант № \_\_\_\_

1. Выберите формулу для определения диаметра окружности впадин нормального (нулевого) колеса.  
Варианты ответов. Кол-во правильных ответов - 1  
1.  $d_f = m \cdot (z + 2)$     2.  $d_f = m \cdot z$     3.  $d_f = m \cdot (z - 2,5)$     4.  $d_f = d \cdot \cos \alpha_w$
2. Составной частью машины, полученной без сборочных операций, является
  - а) деталь                      б) механизм                      в) агрегат                      г) узел
3. Составной частью машины, полученной из группы деталей общего функционального назначения, является
  - а) деталь                      б) механизм                      в) вал                      г) узел
4. Механизмом называется
  - а) магнитный агрегат;
  - б) сборочная единица;
  - в) устройство для передачи и преобразования движений любого рода;
  - г) кинематическая цепь без неподвижности звена.
5. Механизм, который передает или преобразует движение с изменением угловых скоростей и вращающих моментов, называется...
  - а) деталью;
  - б) уплотнением;
  - в) соединением;
  - г) механической передачей.



6. Группу деталей образуют...
- а) муфта, гайка, кронштейн;
  - б) шпилька, штифт, редуктор;
  - в) вал, шайба, шестерня;
  - г) подшипник качения, шплинт, винт.
7. Группу узлов образуют...
- а) компенсирующая муфта, шайба, шестерня;
  - б) вал, винт, гайка;
  - в) подшипник качения, компенсирующая муфта, червячное колесо с бронзовым венцом;
  - г) подшипник качения, винт, ось.
8. Группу главных критериев работоспособности образуют...
- а) прочность, жесткость, износостойкость;
  - б) мощность, точность, КПД;
  - в) виброустойчивость, выносливость, экономичность;
  - г) плотность, твердость, теплостойкость.
9. Свойство детали выдерживать нагрузки без разрушения называется...
- а) точностью;
  - б) жесткостью;
  - в) мощностью;
  - г) прочностью.
10. Свойство материала детали сопротивляться изнашиванию называется...
- а) жесткостью;
  - б) износостойкостью;
  - в) виброустойчивостью;
  - г) прочностью.
11. Свойство детали сопротивляться изменению формы под нагрузкой называется...
- а) твердостью;
  - б) износостойкостью;
  - в) жесткостью;
  - г) прочностью.

**Пример задания для самостоятельного решения типовых задач по блокам 2, 4, 5, 6**

Номер расчетной схемы задачи и варианта исходных данных сообщает преподаватель.

Задача (блок 2). Расчет статически определимого бруса при растяжении и сжатии.

Брус заданных размеров с одним защемленным концом находится под действием осевой сосредоточенной силы  $P$  и распределенной нагрузки с интенсивностью  $q$ . Для заданной расчетной схемы и варианта исходных данных требуется:

1. Определить опорные реакции.
2. Построить эпюры:
  - а) нормальных сил  $N$
  - б) нормальных напряжений  $\sigma$
  - в) осевых перемещений поперечных сечений  $u$

Указание: собственным весом бруса пренебречь.



Задача (блок 4). Расчет статически определимого вала круглого поперечного сечения при кручении

Стальной вал длиной  $l$ , один конец которого жестко защемлен, закручивается парами сил, как показано на расчетной схеме.

Требуется:

1. Определить реактивный момент в заделке.
2. Построить эпюру крутящих моментов.
3. Из условия прочности определить диаметр поперечного сечения и округлить до стандартного значения ( $\sigma_T = 240$  МПа;  $[n] = 1,6$ ;  $\tau_T = 0,6\sigma_T$ ;  $G = 8 \cdot 10^4$  МПа).
4. Построить эпюру углов закручивания.

Задача (блок 5). Расчет статически определимой балки при изгибе

Для заданной расчетной схемы и варианта исходных данных требуется:

1. Определить опорные реакции.
2. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.
3. Подобрать стальную балку двутаврового поперечного сечения при  $[\sigma] = 160$  МПа.
4. Определить коэффициент запаса прочности.
5. Построить эпюру прогибов.

Задача (блок 6). Расчет вала при совместном действии изгиба кручения

На вал насажены три шкива, через шкивы перекинута ремни, ветви которых параллельны друг другу и наклонены к горизонту. Шкив с диаметром  $D_1$ , весом  $Q_1$  и с углом наклона ветвей ремня к горизонту  $\alpha$  делает  $n$  оборотов в минуту и передает мощность  $N$  кВт. Два других шкива с диаметрами  $D_2$ , весом  $Q_2$  и углами наклона ветвей ремня  $\beta$  передают мощность  $N/2$  каждый. От первого шкива ремень идет к электродвигателю; в этом ремне усилие в сбегающей ветви вдвое больше, чем в набегающей. От двух других шкивов ремни идут к станкам; в этих ремнях усилие в набегающей ветви вдвое больше, чем в сбегающей. Для данного вала требуется:

1. Определить величины моментов, приложенных к шкивам.
2. С помощью метода сечений найти крутящий момент на каждом участке и по полученным результатам построить эпюру  $M_{кр}$ .
3. Определить окружные усилия, приложенные к шкивам.
4. Определить силы, изгибающие вал в вертикальной и горизонтальной плоскости. Показать схемы нагружения вала вертикальными и горизонтальными силами.
5. Построить эпюры изгибающих моментов для полученных схем нагружения.
6. Вычислить суммарный изгибающий момент в характерных сечениях и построить его эпюру.
7. Найти опасное сечение вала и определить максимальный расчетный момент (по третьей теории прочности).
8. Определить диаметр вала при  $[\sigma]=160$  МПа.

**Для промежуточной аттестации:**

**Тест (экзамен)**

Вариант № \_\_\_\_

1. Основным содержанием сопротивления материалов является разработка \_\_\_\_\_, с

помощью которых можно выбрать материал и необходимые размеры элементов конструкции, оценить сопротивление конструкционных материалов внешним воздействиям.

- а) методов расчета промышленных сооружений
- б) моделей прочностной надежности летательных аппаратов
- в) методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций
- г) основных принципов расчета призматических оболочек

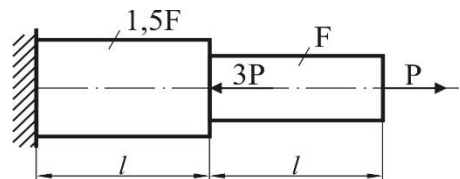
2. Компонент вектора полного напряжения  $p$ , действующего в некоторой точке сечения тела, определяемый проекцией вектора  $p$  на плоскость сечения называется

- а) напряженным состоянием
- б) касательным напряжением  $\tau$
- в) поперечной силой
- г) нормальным напряжением  $\sigma$

3. При растяжении (сжатии) закон Гука выражается зависимостью

а)  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$       б)  $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$       в)  $\sigma = E \cdot \varepsilon$       г)  $\tau = G \cdot \gamma$

4. Величина максимального (по модулю) нормального напряжения в поперечном сечении бруса, изображенного на рисунке, будет равна



а)  $\frac{3P}{F}$       б)  $\frac{2P}{1,5F}$       в)  $\frac{P}{F}$       г)  $\frac{2P}{F}$

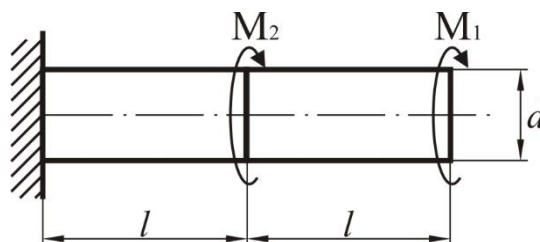
5. Интегралы вида  $\int_F y dF$  и  $\int_F x dF$ , где  $x$  и  $y$  – координаты элементарной площадки  $dF$ , принадлежащей поперечному сечению площадью  $F$ , называются

- а) полярными моментами инерции сечения
- б) центробежными моментами инерции сечения
- в) статическими моментами сечения
- г) осевыми моментами инерции сечения

6. Чистым сдвигом называется такой вид напряженного состояния, при котором в окрестности точки тела можно выделить элемент, на гранях которого действуют

- а) только нормальные напряжения
- б) только касательные напряжения
- в) как нормальные, так и касательные напряжения
- г) напряжения отсутствуют

7. Максимальный крутящий момент в поперечных сечениях вала, представленного на рисунке (при  $M_1 = 1$  кН·м и  $M_2 = 3$  кН·м), равен



а) 1 кН·м

б) 2 кН·м

в) 3 кН·м

г) 4 кН·м

8. Нормальные напряжения, возникающие в произвольной точке поперечного сечения балки при изгибе, определяются по формуле

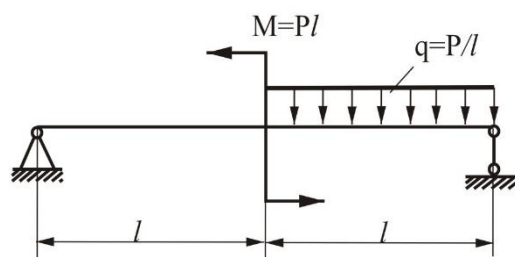
а)  $\sigma = \frac{M_x}{J_x} \cdot y$

б)  $\sigma = \frac{M_x}{W_x}$

в)  $\sigma = \frac{N_z}{F}$

г)  $\sigma = E \cdot \varepsilon$

9. Реакция в шарнирно-подвижной опоре балки, представленной на рисунке, равна



а)  $\frac{P}{4}$

б)  $\frac{P}{2}$

в)  $\frac{2P}{3}$

г)  $\frac{P}{3}$

10. Механизмом называется ...

а) магнитный агрегат

в) устройство для передачи и преобразования движений любого рода

б) сборочная единица

г) кинематическая цепь без подвижности звена

### Перечень тем для презентаций

1 Критерии работоспособности деталей и узлов машин. Проектный и проверочный расчеты. Допускаемые напряжения.

2 Единая система конструкторской документации, ее состав, назначение, области распространения, обозначение стандартов.

3 Виды изделий, виды конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов, основные надписи.

4 Конструкция цилиндрических зубчатых передач, основные параметры. Стандартные параметры зубчатых передач.



- 5 Методика проектного расчета цилиндрических зубчатых передач.
- 6 Конструкция червячной передачи, особенности зацепления червяка и червячного колеса.
- 7 Планетарная передача, ее конструкция, передаточное число и условия подбора чисел зубьев планетарных передач.
- 8 Волновая передача. Ее конструкция. Передаточное отношение.
- 9 Валы и оси.
- 10 Конструкция, виды и назначение редуктора.
- 11 Конструкция ременных передач. Виды ремней. КПД и передаточное отношение. Виды сечения клиновых ремней.
- 12 Подшипники качения. Конструкция, основные признаки, классификации. Виды подшипников качения.
- 13 Радиальные подшипники качения. Конструкция, области применения, основные параметры.
- 14 Радиально-упорные подшипники качения. Конструкция, области применения, основные параметры.
- 15 Общие понятия о шпоночных соединениях, виды шпонок, конструкция, основные параметры.
- 16 Резьбовые соединения. Виды резьб. Виды резьбовых соединений.
- 17 Метрическая резьба, ее основные параметры. Изображение резьбы на чертежах.

Промежуточная аттестация	
Содержание задания для контрольно-проверочного мероприятия	Тестовые задания по всем блокам дисциплины. В тесте десять вопросов.
Требования к выполнению задания	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Проводится письменно</li><li>2. Время, отводимое на процедуру - 45 мин</li><li>3. Использование технических средств – нет</li></ol>
Критерии оценки по содержанию и качеству	Количество данных верных ответов в отведенное время соответствует оценке. Позже отведенного времени тест не оценивается.



Методика обработки и форматы представления результатов оценочных процедур	1. При обработке результатов оценочной процедуры используются оценочные листы. 2. Результаты оценочной процедуры представляются обучающимся в срок не позднее следующего дня после проведения промежуточного контроля. Форма представления – запись в электронном журнале.
---------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Перечень вопросов к зачету

#### Блок 1.

1. Основные допущения (гипотезы) и принципы. Идеализация материала, ограничение количества рассматриваемых форм тел, допущения о деформациях тел. Основные принципы.
2. Внешние нагрузки и их классификация. Внутренние силовые факторы. Метод сечений.
3. Напряжения в сечениях упругого тела. Полное напряжение. Нормальные и касательные напряжения.
4. Деформации упругих систем. Виды деформаций в общем случае нагружения тел. Меры деформации.

#### Блок 2.

5. Внутренние силовые факторы при растяжении. Определение продольных усилий. Построение эпюры.
6. Напряжения при растяжении и сжатии. Понятие о деформировании бруса при растяжении. Напряжения в сечениях, наклоненных к его оси.
7. Закон Гука. Определение перемещений при растяжении и сжатии. Формулировка закона Гука. Модуль упругости первого рода. Жесткость бруса при растяжении. Удлинение бруса. Эпюра перемещений (на конкретном примере).
8. Работа внешних и внутренних сил. Потенциальная энергия деформации при растяжении.
9. Механические свойства материалов. Диаграмма растяжения мягкой стали, характерные участки диаграммы. Диаграммы растяжения легированной стали и чугуна. Диаграмма сжатия мягкой стали и чугуна.
10. Диаграмма деформирования и ее схематизация. Диаграмма деформирования идеально пластичного материала. Диаграмма деформирования легированной стали и ее схематизация.
11. Допускаемые напряжения. Запас прочности. Определение допускаемых напряжений, определение коэффициента запаса.  
Три типа задач при растяжении и сжатии

#### Блок 3.

12. Статический момент плоского сечения. Понятие о статическом моменте. Статический момент относительно параллельных осей. Центр тяжести плоского сечения.
13. Моменты инерции плоских сечений. Понятие о моментах инерции. Моменты инерции относительно осей, параллельных центральным.
14. Главные оси и главные моменты инерции. Зависимость моментов инерции от угла поворота осей.



15. Понятие о напряженном состоянии. Одноосное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние и объемное напряженное состояние.
16. Плоское напряженное состояние. Напряжения на площадках, наклоненных под углом  $\alpha$  в случае плоского напряженного состояния.
17. Обобщенный закон Гука. Относительные деформации при плоском и объемном напряженном состоянии. Относительные изменения объема.
18. Потенциальная энергия бруса в общем случае нагружения. Усилия в поперечном сечении бруса в общем случае нагружения.

#### Блок 4.

19. Чистый сдвиг. Определение чистого сдвига как одного из видов напряженного состояния. Закон Гука при чистом сдвиге. Потенциальная энергия при сдвиге. Модуль сдвига.
20. Определение внутренних усилий при кручении.
21. Напряжение при кручении круглого вала. Особенности деформирования при кручении. Вывод формулы для определения  $\varphi$ . Момент сопротивления при кручении. Деформации при кручении круглого вала. Понятие о деформировании при кручении. Вывод формулы для определения угла закручивания вала. Построение эпюры углов закручивания.
22. Потенциальная энергия при кручении.
23. Три типа задач на кручение. Оценка прочности, определение геометрических характеристик поперечных сечений. Определение величины допускаемой нагрузки.
24. Расчеты на жесткость вала.

#### Блок 5.

24. Понятие об изгибе. Плоский изгиб, поперечный изгиб, чистый изгиб. Виды опор балок. Определение реакций опор. Особенности деформирования балки при изгибе.
25. Внутренние усилия при изгибе. Поперечная сила и изгибающий момент в сечениях балки. Формула Журавского.
26. Напряжения при чистом изгибе. Вывод формулы для определения нормальных напряжений. Момент сопротивления при изгибе.
27. Напряжения при поперечном изгибе. Определение нормальных напряжений. Вывод формулы для касательных напряжений.
28. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Вывод дифференциального уравнения. Уравнение углов поворота, уравнение упругой линии балки.
29. Универсальное уравнение упругой линии балки. Правила его использования.
30. Три типа задач расчетов на прочность при поперечном изгибе. Главные нормальные напряжения. Условие прочности. Оценка прочности. Определение геометрических характеристик поперечного сечения балки. Определение допускаемой нагрузки.

#### Блок 6.

31. Понятие о теориях прочности. Необходимость введения теорий прочности.
32. Основные теории прочности. Необходимость введения теорий прочности. Первая, вторая и третья теории прочности, их недостатки и области применения.
33. Понятие о сложном сопротивлении.
34. Косой изгиб. Напряжения при косом изгибе. Положение нейтральной линии.
35. Внецентренное нагружение короткого стержня. Нормальные напряжения при внецентренном нагружении. Положение нейтральной линии. Ядро сечения.





36. Совместное действие изгиба и кручения. Исследуемая схема. Определение нагрузок. Определение внутренних усилий. Определение нормальных и касательных напряжений.

#### Блок 7.

37. Общие понятия о шпоночных соединениях, виды шпонок, конструкция, основные параметры.
38. Резьбовые соединения. Виды резьб. Виды резьбовых соединений.
39. Метрическая резьба, ее основные параметры. Изображение резьбы на чертежах.
40. Критерии работоспособности деталей и узлов машин. Проектный и проверочный расчеты. Допускаемые напряжения.
41. Единая система конструкторской документации, ее состав, назначение, области распространения, обозначение стандартов.
42. Виды изделий, виды конструкторских документов. Стадии разработки конструкторских документов, основные надписи.

#### Блок 8.

43. Конструкция цилиндрических зубчатых передач, основные параметры. Стандартные параметры зубчатых передач.
44. Основные геометрические параметры цилиндрической прямозубой передачи.
45. Основные геометрические параметры цилиндрической косозубой передачи
46. Силы в зацеплении прямозубой цилиндрической зубчатой передачи.
47. Силы в зацеплении косозубой цилиндрической зубчатой передачи.
48. Методика проектного расчета цилиндрических зубчатых передач.
49. Методика проверочного расчета цилиндрических закрытых зубчатых передач по контактным напряжениям.
50. Конструкция червячной передачи, особенности зацепления червяка и червячного колеса.
51. Геометрические параметры червячной передачи.
52. Силы в зацеплении червячных передач.
53. Конструкция ременных передач. Виды ремней. КПД и передаточное отношение. Виды сечения клиновых ремней.
54. Силы в ременной передаче. Конструкция, области применения, основные параметры.

#### Блок 9.

55. Валы и оси.
56. Конструкции входного и выходного вала 2х ступенчатого редуктора.
57. Силы, действующие на входной и выходной вал 2х ступенчатого цилиндрического редуктора. Методика вычисления сил реакций в опорах.
58. Эпюры изгибающих моментов, действующих на входной и выходной вал 2х ступенчатого цилиндрического редуктора.
59. Радиально-упорные подшипники качения. Конструкция, области применения, основные параметры.

### **7.4. Содержание занятий семинарского типа.**

Цель практических занятий: Проработка теоретических основ изучаемой дисциплины с целью формирования и развития компетенций, установленных в РП.



Задачи практических занятий состоят в том, чтобы развить у студентов следующие практические навыки:

- основные понятия, определения, терминология статики и сопротивления материалов;
- формирование знаний по определению внутренних усилий, напряжений и перемещений поперечных сечений стержней при их растяжении и сжатии;
- формирование глубоких знаний по видам напряженного состояния и их зависимости от способа нагружения; определению основных геометрических характеристик плоских сечений.

- приобретение навыков, позволяющих студенту самостоятельно выбирать виды соединений деталей в зависимости от условий эксплуатации и конструктивных особенностей узлов машин, материалы и термообработку для изготовления элементов соединений, их конструкцию и выполнять расчеты соединений на прочность

Методические указания включают в себя 9 практических работ по каждому блоку, составленных по единому плану, с указанием формы отчета и вопросами к зачету. Содержание практических работ полностью соответствует рабочей программе курса «Прикладная механика» для специальности 15.03.02 Технологические машины и оборудование и освящает основные разделы дисциплины.

#### Блок 1

##### **Введение в курс.**

Цель занятия: способствовать пониманию целей и задач и освоению основных понятий и определений курса «Прикладная механика», научиться определять внутренние усилия в элементах конструкций, строить их эпюры.

Основные положения темы занятия: основные понятия, определения, терминология статики и сопротивления материалов

Вопросы для обсуждения:

1. Понятия силы, пары сил, момента силы, момента пары сил. Системы сил.
2. Силы внешние и внутренние, метод сечений.
3. Понятие о напряжении (нормальное напряжение, касательное напряжение).
4. Понятие о деформации (линейные и угловые деформации, абсолютные и относительные деформации).

Продолжительность – 4 часа.

#### Блок 2

##### **Прочность элементов конструкций при центральном растяжении (сжатии).**

Цель занятия: формирование знаний по определению внутренних усилий, напряжений и перемещений поперечных сечений стержней при их растяжении и сжатии

Основные положения темы занятия: метод сечений; закон Гука; определение усилий, напряжений и деформаций при растяжении-сжатии; построение эпюр

Вопросы для обсуждения:

1. Определение внутренних усилий при растяжении и сжатии и построение эпюр
2. Определение напряжений при растяжении и сжатии и построение эпюр
3. Определение перемещений поперечных сечений стержней при их растяжении и сжатии и построение эпюр

Продолжительность – 4 часа.

#### Блок 3

##### **Теория напряженного состояния. Геометрические характеристики сечений.**



Цель занятия: формирование глубоких знаний по 1) видам напряженного состояния и их зависимости от способа нагружения; 2) определению основных геометрических характеристик плоских сечений.

Основные положения темы занятия: напряженное состояние в точке, виды напряженного состояния: линейное, плоское, объемное; геометрические характеристики сечений: статические моменты, моменты инерции: осевые, полярный, центробежный; главные моменты инерции и главные оси.

Вопросы для обсуждения:

1. Сформулировать понятие «напряженное состояние в точке».
2. Установить виды напряженных состояний.
3. Рассмотреть линейное (одноосное) напряженное состояние.
4. Рассмотреть плоское напряженное состояние.
5. Сформулировать обобщенный закон Гука.
6. Определить виды геометрических характеристик.
7. Рассмотреть подробно каждый из указанных видов, а именно:
  - статические моменты;
  - моменты инерции: осевые, полярный, центробежный.
8. Определить зависимость моментов инерции от положения осей координат.
9. Рассмотреть понятия: главные моменты инерции и главные оси.

Продолжительность – 4 часа.

#### Блок 4

##### **Прочность элементов конструкций при сдвиге и кручении.**

Цель занятия: формирование знаний по расчету стержней на прочность и жесткость при кручении

Основные положения темы занятия: понятия скручивающего и крутящего моментов; закон распределения касательных напряжений по поперечному сечению; полярный момент инерции сечения; закон Гука для сдвига; понятие о деформациях стержня при кручении

Вопросы для обсуждения:

1. Методика определения внутренних усилий и построения их эпюр при кручении
2. Методика определения касательных напряжений и построения их эпюр при кручении
3. Методика определения углов поворота поперечных сечений и построения их эпюр при кручении
4. Правила проверки правильности построения эпюр

Продолжительность – 2 час.

#### Блок 5

##### **Прочность элементов конструкций при прямом изгибе.**

Цель занятия: формирование знаний по расчету брусков на прочность и жесткость при изгибе

Основные положения темы занятия: прямой поперечный изгиб; прямой чистый изгиб; поперечная сила; изгибающий момент

Вопросы для обсуждения:

1. Опорные реакции двухопорной статически определимой балки и методика их определения
2. Определения внутренних усилий в поперечных сечениях балки при изгибе и построения их эпюр



3. Правила проверки эпюр  
Продолжительность – 4 часа.

Блок 6

**Теории прочности. Сложное сопротивление. Прочность элементов конструкций при циклическом нагружении.**

Цель занятия: формирование понятия о теориях прочности и их применении при расчете элементов конструкций; формирование глубоких знаний по расчету на прочность и жесткость элементов конструкций, нагруженных различными усилиями, а также по расчету элементов конструкций при действии циклически изменяющихся напряжений (расчеты на выносливость, усталость).

Основные положения темы занятия: теории прочности; эпюры изгибающих моментов в вертикальной и горизонтальной плоскости и суммарная эпюра; проектировочный расчет вала при совместном действии изгиба и кручения; переменные во времени напряжения; усталость материала; цикл напряжений; симметричный и отнулевой циклы; предел выносливости (усталостной прочности)

Вопросы для обсуждения:

1. Применение теорий прочности для расчетов валов при совместном действии изгиба и кручения
2. Методика построения эпюр изгибающих моментов в горизонтальной плоскости, вертикальной плоскости и суммарной эпюры
3. Последовательность действий при проектировочных расчетах валов
4. Расчет диаметра вала по третьей теории прочности
5. Методика опытного определения предела выносливости
6. Алгоритм расчета валов на выносливость

Продолжительность – 2 часа.

Блок 7

**Соединения деталей механизмов и машин.**

Цель занятия: приобретение навыков, позволяющих студенту самостоятельно выбирать виды соединений деталей в зависимости от условий эксплуатации и конструктивных особенностей узлов машин, материалы и термообработку для изготовления элементов соединений, их конструкцию и выполнять расчеты соединений на прочность.

Основные положения темы занятия: неразъемные (заклепочные, сварные, клеевые) и разъемные (резьбовые, шпоночные, штифтовые, шлицевые, клеммовые) соединения

Вопросы для обсуждения:

1. Назначение, классификация и конструкция неразъемных (заклепочных, сварных, клеевых) и разъемных (резьбовых, шпоночных, штифтовых, шлицевых, клеммовых) соединений
2. Материалы, применяемые для изготовления соединений.
3. Методики расчета соединений на прочность

Продолжительность – 2 часа.

Блок 8

**Механические передачи.**

Цель занятия: приобретение навыков выбора типа механической передачи в зависимости от поставленных задач проектирования и выполнения проектного и поверочного расчета зубчатых, червячных, ременных и цепных передач.



Основные положения темы занятия: механические передачи и их классификация, конструкция, основные параметры; проектный и проверочный расчет зубчатых, червячных, ременных и цепных передач

Вопросы для обсуждения:

1. Классификация, конструкция, основные параметры, критерии работоспособности и материалы, применяемые для изготовления механических передач.
2. Геометрия, силовые соотношения и методики проектного и проверочного расчета зубчатых, червячных, ременных и цепных передач.

Продолжительность – 4 часа.

## Блок 9

### Детали и сборочные единицы механических передач.

Цель занятия: приобретение навыков позволяющих студенту самостоятельно 1) выбрать материал и термообработку для изготовления валов и осей и выполнять расчет валов на усталостную прочность и жесткость; 2) выбирать подшипники, уплотнительные устройства и конструкцию подшипниковых узлов в зависимости от условий эксплуатации валов и выполнять расчет подшипников качения по статической и динамической грузоподъемности; 3) выбирать конструкцию муфт и упругих элементов, выполнять их расчет и выбирать материалы для их изготовления.

Основные положения темы занятия: конструкции валов и осей; подшипники скольжения и качения; упругие элементы и муфты

Вопросы для обсуждения:

1. Назначение, классификация, конструкции валов и осей, материалы и виды термообработки, применяемые для их изготовления, методы расчета валов на усталостную прочность и жесткость. Методика расчета валов на колебания.
2. Назначение, классификация, конструкция, выбор и критерии работоспособности подшипников качения и скольжения. Методики расчета подшипников качения по статической и динамической грузоподъемности. Конструкции подшипниковых узлов и уплотнительных устройств.
3. Классификация, конструкция, методики выбора и материалы, применяемые для изготовления упругих элементов и муфт, методики их расчета

Продолжительность – 4 часа.

Критерии оценки успеваемости студента по дисциплине:

- 1) Презентация на заданную тему 0-10 б.
  - Качество оформления 0-3 б.
  - Коммуникативная составляющая 0-4 б.
  - Степень полноты раскрытия темы 0-3 б.
- 2) Контрольная работа по теоретическому материалу 0-10 б.

Контрольная включает 7 вопросов, из которых 5 вопросов оцениваются в 1 балл и 2 вопроса оцениваются в 2 балла. В зависимости от количества правильных ответов обучающийся может набрать от 0 до 10 баллов.
- 3) Тестирование по теоретическому материалу включает вопросы с вариантами ответов.

91%-100% - правильных ответов - 5 баллов,  
71%-90% - правильных ответов - 4 балла,  
51% - 70% правильных ответов – 3 балла,  
менее 51% - 0 баллов



**8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы; перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

### **8.1 Основная литература**

1. Прикладная механика: учебное пособие / В.Т. Батиенков, В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко и др. – М.: РИОР: ИНФРА-М, 2019. – 339 с. (<https://znanium.com/catalog/document?id=339952>)
2. Теоретическая механика: учеб. пособие / Н.А. Березина. – 2 изд. стер. – М. ФЛИНТА, 2020/ - 256 с. (<https://znanium.com/catalog/document?id=360323>)
3. Сопротивление материалов: учеб. пособие / Р.Н. Сиренко. – М.: РИОР, 2018. – 157 с. (<https://znanium.com/catalog/document?id=372067>)
4. Детали машин и основы конструирования: учеб./ С.М. Горбатюк и др.; под ред. С.М. Горбатюка. – М. Изд. Дом МИСиС, 2014/ - 377 с. (<https://znanium.com/catalog/document?id=368591>)

### **8.2. Дополнительная литература**

3. Матвеев Ю.А., Матвеева Л.В. Теория механизмов и машин: Учебное пособие. - М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. – 320 с. (<https://znanium.com/catalog/document?id=274744/>)

### **8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

ЭБС-«Znanium.com».

### **8.4. Перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows
2. Microsoft Office
3. База данных «Сопротивление Материалов и науки о прочности»: <http://mysopromat.ru;>
4. База данных «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: [http://window.edu.ru/catalog/?p\\_rubr=2.2.75.14;](http://window.edu.ru/catalog/?p_rubr=2.2.75.14;)
5. Информационно-справочная система - <https://www.skf.com/ru/products/rolling-bearings>

## **9. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины предусматривает контактную работу с преподавателем (работа на лекциях и практических занятиях) и самостоятельную (самоподготовка к лекциям и практическим занятиям) работу обучающегося.

В качестве основных форм организации учебного процесса по дисциплине «Прикладная механика» по предлагаемой методике обучения выступают лекционные и практические занятия (с использованием интерактивных технологий обучения), а также самостоятельная работа обучающихся.

Теоретические занятия (**лекции**) организуются по потокам. На лекциях излагаются темы дисциплины, предусмотренные рабочей программой, акцентируется внимание на наиболее принципиальных и сложных вопросах дисциплины, устанавливаются вопросы для самостоятельной проработки. Конспект лекций является базой при подготовке к практическим занятиям, к экзаменам, а также самостоятельной научной деятельности.



**Практические занятия** по дисциплине «Прикладная механика» проводятся с целью приобретения практических навыков в решении задач по стандартизации и управлению качеством в сфере государственного муниципального управления.

Практическая работа проводится в форме расчетных работ, заключается в выполнении студентами, под руководством преподавателя, комплекса учебных заданий направленных на усвоение научно-теоретических основ учебного предмета, приобретение практических навыков овладения методами практической работы с применением современных информационных и коммуникационных технологий.

Практические занятия способствуют более глубокому пониманию теоретического материала учебного курса, а также развитию, формированию и становлению различных уровней составляющих профессиональной компетентности студентов.

Целью самостоятельной (внеаудиторной) работы обучающихся является обучение навыкам работы с научно-теоретической, периодической, научно-технической литературой и технической документацией, необходимыми для углубленного изучения дисциплины «Прикладная механика», а также развитие у них устойчивых способностей к самостоятельному изучению и изложению полученной информации.

Основными задачами самостоятельной работы обучающихся являются:

- овладение фундаментальными знаниями;
- наработка профессиональных навыков;
- приобретение опыта творческой и исследовательской деятельности;
- развитие творческой инициативы, самостоятельности и ответственности студентов.

**Самостоятельная работа** студентов заключается в:

- работе с конспектом лекций;
- работе над учебным материалом (учебниками, первоисточниками, дополнительной литературой);
- подготовке ответов на вопросы самопроверки;
- написание домашней контрольной работы;
- подготовке к рубежному и итоговому тестированию

Самостоятельная работа является обязательной для каждого обучающегося.

#### **10. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю):**

Учебные занятия по дисциплине «Прикладная механика» проводятся в следующих оборудованных учебных кабинетах:

Вид учебных занятий по дисциплине	Наименование оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий с перечнем основного оборудования
Занятия лекционного типа, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация	учебная аудитория, специализированная учебная мебель ТСО: видеопроекционное оборудование/переносное видеопроекционное оборудование доска
Занятия семинарского типа	Лаборатория нанотехнологий в сервисе, материаловедения и прикладной механики Специализированная учебная мебель ТСО: Переносное видеопроекционное оборудование



	Автоматизированные рабочие места студентов - 3 места с возможностью выхода в информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет» Доска Металлографический комплекс Альтами МЕТ 1, нанотехнологический комплекс "УМКА-02-Е" базовая "учебная" модель
Самостоятельная работа обучающихся	помещение для самостоятельной работы, специализированная учебная мебель, ТСО: видеопроекционное оборудование, автоматизированные рабочие места студентов с возможностью выхода в информационно-телекоммуникационную сеть "Интернет", доска; Помещение для самостоятельной работы в читальном зале Научно-технической библиотеки университета, специализированная учебная мебель автоматизированные рабочие места студентов с возможностью выхода информационно-телекоммуникационную сеть «Интернет», интерактивная доска