

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » апреля 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Прикладная механика
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника
(код и наименование направления)

Направленность: Мехатроника и робототехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины «Прикладная механика» – сформировать профессиональные компетенции и устойчивые представления в области механики, необходимые при разработке и эксплуатации технических изделий и элементов технологического оборудования.

Задачи дисциплины:

- изучение основных моделей прикладной механики и границ их применения (модели материала, формы, сил, отказов); основных методов исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах технологического оборудования;
- формирование умения проведения проверочных расчетов изделий и элементов технологического оборудования по критериям работоспособности; использовать основные приемы обработки экспериментальных данных;
- формирование навыков проведения теоретических и экспериментальных исследований для решения инженерно-технических задач, связанных с оценкой прочности элементов технологического оборудования.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- элементы технологического оборудования;
- основные виды механизмов, деталей и узлов машин;
- методы теоретического и экспериментального исследования изделий и элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-13	ИД-1ОПК-13	В результате изучения дисциплины студент должен знать: – основы проектирования механизмов, узлов и деталей машин; – основы инженерных расчетов по критериям работоспособности и надежности при проектировании изделий; – простые виды нагружения: растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб; – порядок расчета деталей технологического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость	Знает основные положения системы менеджмента качества.	Зачет
ОПК-13	ИД-2ОПК-13	В результате изучения дисциплины студент должен уметь: – выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость узлов и деталей технологического оборудования; – выполнять структурный и кинематический анализ механизмов	Умеет применять методы контроля качества при проектировании мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей	Расчетно-графическая работа
ОПК-13	ИД-3ОПК-13	В результате изучения дисциплины студент должен владеть: – навыками проведения проверочных расчетов по критериям работоспособности и надежности отдельных узлов и деталей машин и механизмов технологического оборудования; – навыками проведения структурного и кинематического анализа механизмов технологического оборудования; – навыками определения	Владеет опытом обеспечения требований системы управления качеством изделий и объектов.	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		прогибов конструкции под действием внешней нагрузки; – навыками определения основных параметров механических передач		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	9	9	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Основы моделирования механического поведения материалов и конструкций	8	2	4	23
Тема 1. Введение. Основные понятия. Реальная конструкция и расчетная схема. Модели материала, формы тела, нагружения. Основные гипотезы Тема 2. Внешние и внутренние силы, напряжённое состояние физической точки. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Напряжения. Тема 3. Механические характеристики материалов. Диаграмма деформирования упруго-пластичного материала при растяжении. Закон Гука. Прочностные и деформационные характеристики. Диаграмма деформирования хрупких материалов. Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент; осевой, полярный и центробежный моменты инерции простых и сложных сечений.				
Основы проектирования механизмов, узлов и деталей машин	8	7	14	40
Тема 5. Обеспечение качества на этапах проектирования и конструирования изделий. Требования к изделиям. Комплексная модель качества. Машины и механизмы, машинные агрегаты. Общая классификация механизмов, узлов и деталей машин. Тема 6. Инженерные расчёты при проектировании изделий. Виды расчетов изделий на прочность. Требования, предъявляемые к изделиям. Критерии качества при расчетах и проектировании изделий. Причины отказа и потери работоспособности. Тема 7. Растяжение и сжатие. Продольные и поперечные деформации. Коэффициент Пуассона. Зависимость между напряжениями и деформациями. Расчеты по допускаемым напряжениям и перемещениям. Стержневые системы. Эпюры внутренних силовых факторов и осевых перемещений. Расчет на прочность и жесткость стержневых систем. Тема 8. Кручение. Напряжения и деформации, закон Гука при чистом сдвиге. Кручение стержней круглого поперечного сечения. Расчет валов на прочность и жесткость валов при кручении. Тема 9. Изгиб. Виды изгиба. Напряжения и деформации при чистом и поперечном изгибе. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчет на прочность и жесткость. Совместное действие изгиба с кручением Тема 10. Устойчивость стержней. Формула Эйлера. Оценки Ясинского. Границы применения формул Эйлера и Ясинского.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 11. Повышение качественных характеристик машин на этапах расчета и проектирования: металлоёмкость и компактность, равнопрочность, снижение усталости, унификация элементов.				
ИТОГО по 7-му семестру	16	9	18	63
ИТОГО по дисциплине	16	9	18	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Определение внутренних усилий методом сечений
2	Определение геометрических характеристик плоских сечений
3	Расчет плоской шарнирно-стержневой системы
4	Определение размеров поперечного сечения ступенчатого стержня при центральном растяжении (сжатии)
5	Расчет вала на прочность и жёсткость при кручении
6	Расчет на прочность неразъемных соединений
7	Расчет на прочность резьбовых соединений
8	Расчет двухопорной балки на прочность при плоском изгибе
9	Определение вертикальных перемещений при изгибе

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Построение диаграммы одноосного растяжения упругопластического материала. Определение механических характеристик материала
2	Определение основных параметров передач. Типовые детали машин в конструкциях редукторов.
3	Определение модуля сдвига при кручении
4	Определение прогибов балки на двух опорах
5	Исследование устойчивости сжатого стержня большой гибкости

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Жуков В. А. Механика. Основы расчёта и проектирования деталей машин : учебное пособие для вузов / В. А. Жуков, Ю. К. Михайлов. - Москва: ИНФРА-М, 2014.	5
2	Жученков А. П. Сопротивление материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / А. П. Жученков, М. Л. Зинштейн, А. М. Ханов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	50

3	Иосилевич Г. Б. Прикладная механика : учебник для втузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. - Москва: Альянс, 2013.	21
4	Иосилевич Г. Б. Прикладная механика : учебник для втузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев, В. С. Стреляев. - Москва: Альянс, 2017.	11
5	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	100
6	Сопротивление материалов в вопросах-ответах и сборник задач для самостоятельной работы с примерами их решений : учебное пособие для вузов / А. Г. Схиртладзе [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2014.	6
7	Чернова Т. В. Сопротивление материалов. Статические прочностные расчёты : учебно-методическое пособие / Т. В. Чернова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	25
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин : учебник для втузов / И. И. Артоболевский. - Москва: Альянс, 2012.	10
2	Буланов Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов : учебное пособие для вузов / Э. А. Буланов. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2012.	20
3	Сурин В.М. Прикладная механика : учебное пособие для вузов / В.М. Сурин. - Минск: Новое знание, 2006.	24
4	Ханов А. М. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие / А. М. Ханов, Л. Д. Сиротенко. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	94
2.2. Периодические издания		
1	Прикладная математика и механика : журнал / Российская академия наук. Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления. - Москва: Наука, 1933 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Ханов А. М. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие / А. М. Ханов, Л. Д. Сиротенко. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2010.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3171	локальная сеть; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Жученков А. П. Сопротивление материалов : конспект лекций : учебное пособие для вузов / А. П. Жученков, М. Л. Зинштейн, А. М. Ханов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3688	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Поезжаева Е. В. Теория механизмов и механика систем машин : учебное пособие для вузов / Е. В. Поезжаева. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3715	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Чернова Т. В. Сопротивление материалов. Статические прочностные расчёты : учебно-методическое пособие / Т. В. Чернова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2015.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib3729	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных Wiley Journals	http://onlinelibrary.wiley.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Испытательные машины МИ40КУ (на совместное действие растяжение-сжатие и кручение цилиндрических образцов)	1
Лабораторная работа	Испытательные машины УКИ10М (для испытания металлов на усталость при консольном изгибе вращающегося образца)	1
Лабораторная работа	Комплект редукторов для изучения конструкций зубчатых и червячных редукторов	15
Лабораторная работа	Модели механизмов для выполнения лабораторной работы по структуре механизмов в количестве	21
Лабораторная работа	Персональный компьютер	1
Лабораторная работа	Приборы для имитации нарезания и построения профилей зубьев методом обкатки ТММ	5
Лабораторная работа	Установки производства НПО «Росучприбор» для механических испытаний: – ТМт 01 «Изучение системы плоских сходящихся сил», – ТМт 02 «Изучение плоской системы произвольно расположенных сил», – ТМт 03 «Определение опорных реакций балок», – ТМт 04 «Определение центра тяжести плоских фигур», – ТМт 05 «Балансировка тел вращения», – ТМт 11/14 «Определение модуля сдвига при кручении и главных напряжений при кручении и при совместном действии изгиба и кручения», – ТМт 12 «Определение линейных и угловых перемещений поперечных сечений статически определимой балки», – ТМт 13 «Определение прогибов при косом изгибе», – ТМт 15 «Демонстрация продольно-поперечного изгиба стержня большой гибкости»	9
Лекция	Мультимедиа-проектор	1
Лекция	Ноутбук	1
Практическое занятие	Стол	21

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации по дисциплине
«Прикладная механика»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.03.06 Мехатроника и робототехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Мехатроника и робототехника (общий профиль, СУОС)
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Информационные технологии и автоматизированные системы
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачет: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации, обучающихся по дисциплине.

1.Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, сдаче отчетов по лабораторным работам и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий ТК	Рубежный				Итоговый Зачет
		ПК	ПЗ	ЛР	РГР	
Усвоенные знания						
– законы и основные понятия прикладной механики	+	+				+
– основы моделирования механического поведения материалов и конструкций	+	+				+
– виды напряжений и деформаций	+	+				+
– методы теоретического и экспериментального исследований		+				+
– механические характеристики материалов		+				+
– основы проектирования механизмов, узлов и деталей машин		+				+
– основы инженерных расчетов по критериям работоспособности и надежности при проектировании изделий	+	+				+
– простые виды нагружения: растяжение (сжатие), сдвиг, кручение, изгиб	+	+				+
– порядок расчета деталей технологического оборудования на прочность, жесткость и устойчивость	+	+				+
Освоенные умения						
– составлять уравнения равновесия произвольной плоской системы сил		+	+		+	+
– проводить простейшие кинематические расчеты движущихся элементов технологического оборудования		+	+		+	+

– определять геометрические характеристики плоских сечений		+	+		+	+
– проводить теоретические и экспериментальные исследования по оценке прочности материала и конструкции		+	+		+	+
– выполнять расчеты на прочность, жесткость и устойчивость узлов и деталей технологического оборудования		+	+		+	+
– выполнять структурный и кинематический анализ механизмов		+	+		+	+
Приобретенные владения						
– навыками определения кинематических и динамических характеристик твердого тела					+	+
– навыками определения реакций опор в плоских и составных конструкциях					+	+
– навыками определения механических характеристик материалов					+	+
– навыками проведения проверочных расчетов по критериям работоспособности и надежности отдельных узлов и деталей машин и механизмов технологического оборудования					+	+
– навыками проведения структурного и кинематического анализа механизмов технологического оборудования					+	+
– навыками определения прогибов конструкции под действием внешней нагрузки					+	+
– навыками определения основных параметров механических передач					+	+

Примечание:

ТК – текущий контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

ПК – промежуточный контроль в форме контрольной работы (контроль знаний по теме);

ПЗ – выполнение практических работ (оценка умений);

ЛР – выполнение лабораторных работ с подготовкой отчёта (оценка владения);

РГР – расчетно-графические работы (оценка умений и владений).

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль в форме текущей контрольной работы, тестирования, опроса по тематике, изучаемой самостоятельно. Результаты по 4-х балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Текущему контролю подлежит посещаемость студентами аудиторных занятий. Пример тестовых заданий приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится по каждому учебному модулю в следующих формах:

- защита лабораторных работ (модули 1, 2);
- защита индивидуальных расчетно-графических работ (модули 1, 2);
- контрольные работы (тестирование) (модули 1, 2).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Результаты защиты лабораторных работ по 4-балльной шкале оценивания учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Защита индивидуальных расчетно-графических работ

Темы типовых индивидуальных расчетно-графических работ:

- РРПЗ(1) «Определение внутренних силовых факторов» (тема № 2);
- РРПЗ(2) «Геометрические характеристики плоских сечений» (тема № 4);
- РРПЗ(3) «Расчет плоской шарнирно-стержневой системы» (тема № 7);
- РРПЗ(4) «Расчет вала на прочность и жёсткость при кручении» (тема № 8);

РРПЗ(5) «Расчет двухопорной балки на прочность при плоском изгибе» (тема № 9).

Образец задания приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 2. Результаты выполнения индивидуальных заданий по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений и владений учитываются при проведении промежуточной аттестации. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.3. Контрольные работы (тестирование)

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (тестирование) после изучения студентами учебных модулей дисциплины. Результаты рубежной контрольной работы по 4-балльной шкале оценивания знаний и умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Пример тестовых заданий приведен в ПРИЛОЖЕНИИ 3. Полный комплект тестов для рубежного тестирования хранится на кафедре ведущей дисциплины. Результаты рубежного тестирования по 4-балльной шкале оценивания знаний, умений учитываются при проведении промежуточной аттестации.

Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Промежуточная аттестация обучающихся ориентирована на оценку освоения заданных компетенций по достигнутым результатам обучения: приобретенным знаниям, умениям и навыкам. В конце изучения дисциплины для оценивания окончательных результатов обучения предусмотрена промежуточная аттестация в виде зачета.

2.3.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Зачет по дисциплине основывается на результатах текущего и рубежного контроля выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Полученные интегральные оценки за образовательные результаты заносятся в оценочный лист. Типовые шкала, критерии оценки и форма оценочного листа приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных дисциплинарных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и

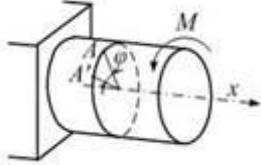
практические задания, контролирующие уровень сформированности **всех** заявленных компетенций.

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний для зачета по дисциплине приведены в ПРИЛОЖЕНИИ 4. Примерный билет для зачета представлен в ПРИЛОЖЕНИИ 5.

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

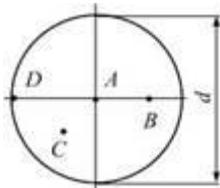
Образец теста по Теме 8. Кручение

1. Величина φ является ...



1. угловым перемещением поперечного сечения стержня
2. углом поворота точки A
3. угловым перемещением центра тяжести поперечного сечения
4. углом поворота стержня

2. $M_{кр}$ – крутящий момент в поперечном сечении круглого вала диаметром d . Напряжение, равное $\frac{16M_{кр}}{\pi d^3}$, действует в точке ...

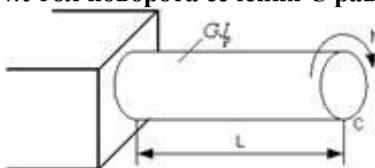


1. D
2. A
3. B
4. C

3. Для круглого стержня, работающего на кручение, произведение GJ_p называется жесткостью ...

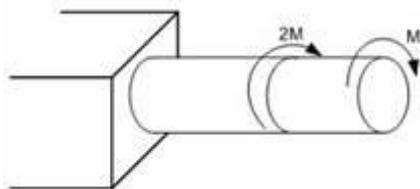
1. поперечного сечения на кручение
2. поперечного сечения на растяжение – сжатие
3. поперечного сечения на изгиб
4. стержня на кручение

4. Угол поворота сечения C равен...



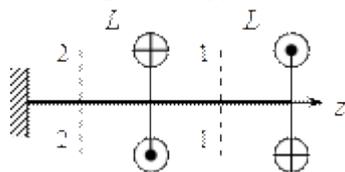
1. $\frac{2ML}{GJ_p}$;
2. $\frac{ML}{3GJ_p}$;
3. $\frac{ML}{GJ_p}$;
4. $\frac{ML}{2GJ_p}$.

5. Условие..... для стержня имеет вид...



1. $\frac{2M}{w_p} \leq [\tau]$;
2. $\frac{M}{w_p} \leq [\tau]$;
3. $\frac{3Md}{I_p} \leq [\tau]$;
4. $\frac{3M}{w_p} \leq [\tau]$.

6. Чему равны крутящие моменты в сечениях бруса 1 – 1 и 2 – 2?

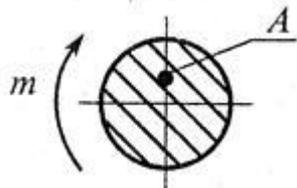


1. $M_{z1}=0, M_{z2}=L$;
2. $M_{z1}=L, M_{z2}=0$;
3. $M_{z1}=L, M_{z2}=2L$;
4. $M_{z1}=L, M_{z2}=-L$.

7. Закон Гука при выражается формулой...

1. $\tau = G\gamma$;
2. $\sigma = E\varepsilon$;
3. $\Delta l = \frac{Nl}{EA}$;
4. $\tau = \frac{M_{кр} \rho}{I_p}$.

8. Выбрать формулу для расчета напряжения при кручении

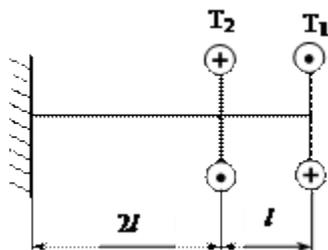


1. $\tau = \frac{Q}{A}$;
2. $\tau = \frac{M}{W_p}$;
3. $\tau = G\gamma$;
4. $\tau = \frac{M\rho}{J_p}$.

9. Определить величину крутящего момента T стального стержня ($G = 8 \cdot 10^4$ МПа) круглого сечения $D = \dots$ мм при допуске напряжении $[\tau] = 100$ МПа. Чему равна величина угла закручивания участка стержня длиной 100 см.

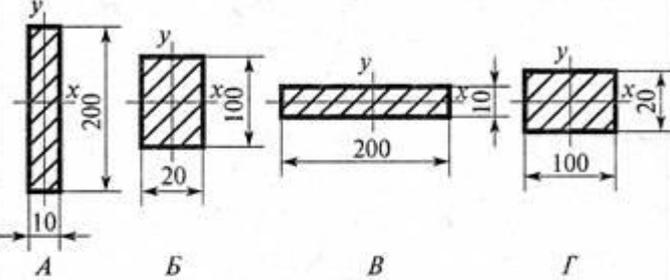
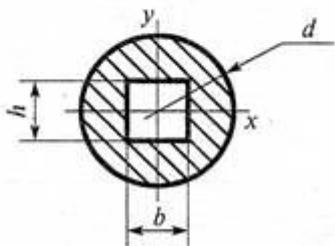
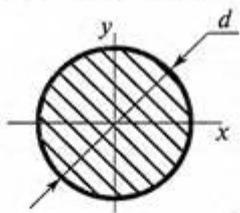
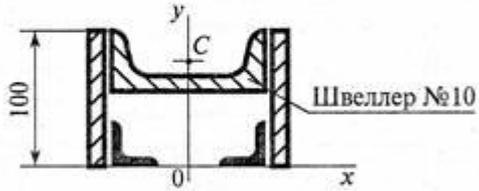
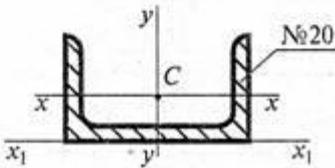
1. $T = 15,7$ кНм; $\varphi = 0,02$ рад;
2. $T = 256$ Нм; $\varphi = 0,2$ рад;
3. $T = 157$ Нм; $\varphi = 0,125$ рад;
4. $T = 15,7$ кНм; $\varphi = 0,02$ рад.

10. К стальному валу круглого поперечного сечения приложены два момента $T_2 = \dots$ кНм и T_1 . Определить при каком значении момента T_1 угол поворота правого концевое сечения вала равен нулю?



1. $T_1 = 15,7$ кНм;
2. $T_1 = 20$ кНм;
3. $T_1 = 45$ кНм;
4. $T_1 = 30$ кНм;

Образец теста
Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений

Вопросы	Ответы	Код
<p>1. В каком случае значение I_y максимально?</p> 	А	1
	Б	2
	В	3
	Г	4
<p>2. Выбрать формулу для расчета главного центрального момента инерции сечения относительно оси x</p> 	$\frac{\pi d^4}{32} - \frac{bh^3}{12}$	1
	$\frac{\pi d^4}{64} - \frac{bh^3}{12}$	2
	$\frac{\pi d^4}{64} + \frac{bh^3}{12}$	3
	$\frac{\pi d^4}{64} - \frac{bh^2}{6}$	4
<p>3. Определить полярный момент инерции сечения, если осевой момент инерции $I_x = 14 \text{ см}^4$</p> 	7 см ⁴	1
	36 см ⁴	2
	14 см ⁴	3
	28 см ⁴	4
<p>4. Определить координату y_c центра тяжести швеллера</p> 	54 мм	1
	114,4 мм	2
	68,4 мм	3
	94 мм	4
<p>5. Рассчитать осевой момент инерции швеллера относительно оси, проходящей через основание</p> 	113 см ⁴	1
	1419 см ⁴	2
	1620,3 см ⁴	3
	213,3 см ⁴	4

**Образец задания на расчетно-графическую работу
РРПЗ(2) «Геометрические характеристики плоских сечений»**

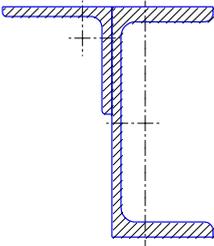
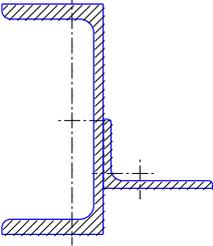
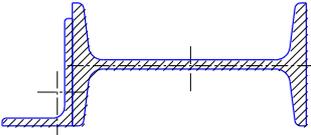
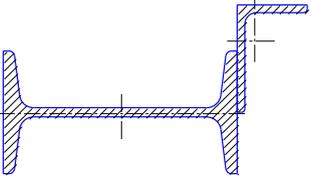
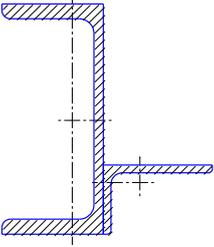
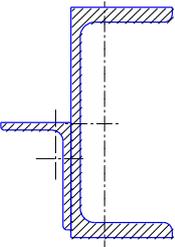
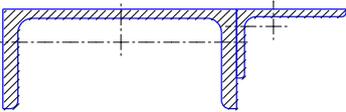
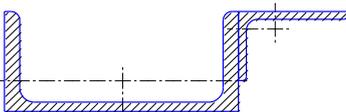
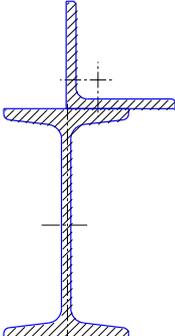
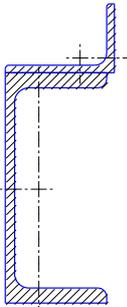
Для заданного плоского сечения определить положение главных центральных осей и вычислить основные геометрические характеристики.

Порядок выполнения работы:

1. Вычертить сечение в масштабе, указать размеры.
2. Определить положение центра тяжести сечения.
3. Вычислить моменты инерции относительно центральных осей.
4. Определить положение главных центральных осей и величину главных центральных моментов инерции.
5. Вычислить моменты сопротивления относительно главных центральных осей и главные радиусы инерции.

Типы сечений приведены на рисунке. Размеры составных элементов и номера прокатных профилей указаны в таблице. Сведения о геометрических характеристиках прокатных профилей даны в ГОСТ 8239–89 (двутавры), 8240–89 (швеллеры), 8509–93 (уголки равнополочные) 8510–93 (уголки неравнополочные).

Цифра шифра	1-я	2-я	3-я	4-я
	тип сечения	номер швеллера или двутавра	размеры неравнополочного уголка	размеры равнополочного уголка
1	1	10	70×45×5	45×45×4
2	2	12	80×50×6	50×50×5
3	3	14	90×56×8	56×56×5
4	4	16	100×63×10	60×60×5
5	5	18	110×70×8	63×63×6
6	6	18а	125×80×12	70×70×6
7	7	20	140×90×10	75×75×7
8	8	20а	160×100×14	80×80×7
9	9	22	180×110×12	90×90×8
0	0	22а	200×125×16	100×100×10

<p>①</p> 	<p>⑥</p> 
<p>②</p> 	<p>⑦</p> 
<p>③</p> 	<p>⑧</p> 
<p>④</p> 	<p>⑨</p> 
<p>⑤</p> 	<p>⑩</p> 

Образец задания на расчетно-графическую работу
РРПЗ(5) «Расчет двухопорной балки на прочность при плоском изгибе»

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов и подобрать прямоугольное сечение стальной балки. Схемы нагружения приведены ниже.

Общие данные: материал Ст3, $[\sigma] = 160$ МПа, внешний момент $M = 10$ кН*м.

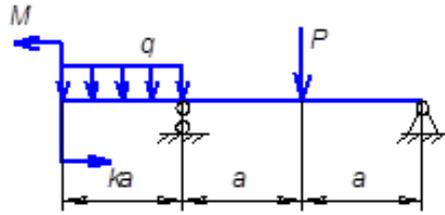
Цифры шифра	1-я цифра, номер схемы	2-я цифра, a , м	3-я цифра, k	4-я цифра, q кН/м	5-я цифра, P , кН	6-я цифра, h/b
1	5	1.7	0.8	2	5	1:1
2	6	1.6	0.6	3	6	2:1
3	7	1.5	0.4	4	7	3:1
4	8	1.4	0.7	5	8	4:1
5	9	1.3	0.5	6	9	3:2
6	0	1.2	0.9	7	0	2:3
7	1	1.1	0.4	8	1	5:2
8	2	1.0	0.5	9	2	3:3
9	3	0.9	0.6	10	3	2:1
0	4	0.8	0.7	1	4	3:4

Содержание и порядок расчета:

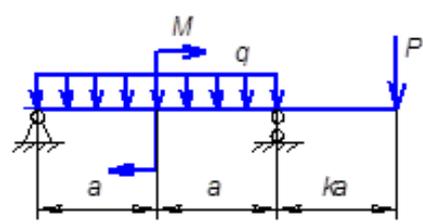
Для заданной двухопорной балки требуется:

1. Вычертить в масштабе заданную схему балки с указанием размеров и величин нагрузок.
2. Определить опорные реакции и выполнить проверку правильности их определения.
3. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов с составлением уравнений для Q и $M_{изг}$ для каждого участка.
4. Определить положение наиболее нагруженных сечений балки и отметить их на схеме.
5. Подобрать прямоугольное сечение из условия прочности по нормальным напряжениям. Соотношение размеров сечения h/b .

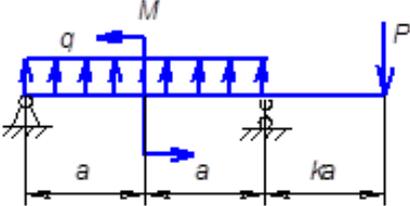
1



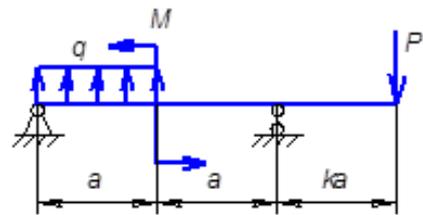
2



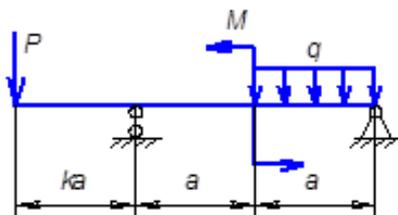
3



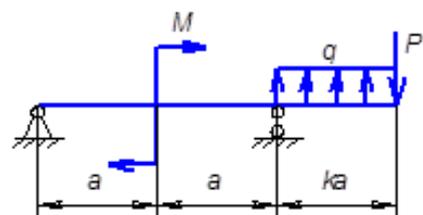
4



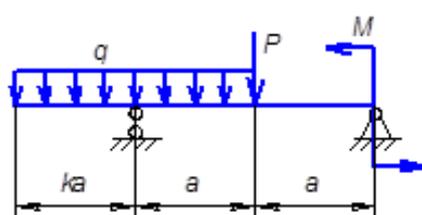
5



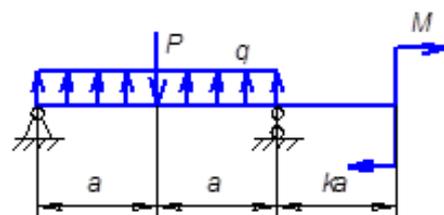
6



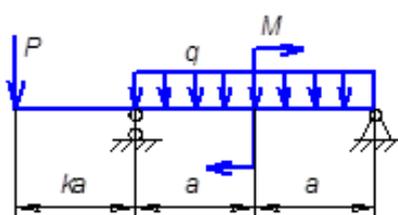
7



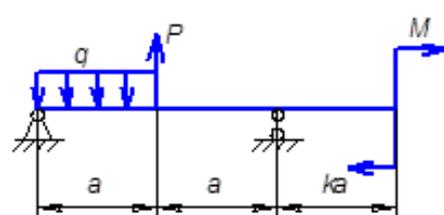
8



9



10



Образец теста по Модулю 1. Основы моделирования механического поведения материалов и конструкций

1. Как определить предел текучести?
 1. P_{\max}/F_0
 2. P_k/F_0
 3. P_B/F_0
 4. P_{np}/F_0
 5. P_k/F_k
 6. P_T/F_0

2. Какие свойства характеризуют относительное остаточное сужение?
 1. Упругость
 2. Прочность
 3. Пластичность
 4. Хрупкость
 5. Вязкость
 6. Хладноустойчивость

3. Для каких материалов определяют условный предел текучести?
 1. Для материалов, у которых отсутствует физическая площадка текучести
 2. Для чугунов
 3. Для титановых сплавов
 4. Для алюминиевых сплавов
 5. Для пластичных материалов
 6. Для конструкционных сплавов

4. Целью работы при проведении испытания на растяжение образца является определение ...
 1. модуля сдвига
 2. напряжения при изгибе
 3. основных характеристик механических свойств материалов
 4. угла закручивания
 5. напряжения при кручении
 6. предела ползучести
 7. коэффициента Пуассона

5. Укажите, какой характеристикой оцениваются пластические свойства материала.
 1. истинным сопротивлением разрыву
 2. относительным остаточным удлинением
 3. пределом текучести
 4. пределом пропорциональности
 5. пределом длительной прочности

6. Укажите выражение характеризующее жесткость стержня при растяжении.
 1. $J_x E$
 2. $J_p G$
 3. $J_p E$
 4. $E F$
 5. $G F$
 6. F

7. Какую размерность имеет модуль продольной упругости E ?
 1. Нм
 2. кг
 3. безразмерная величина
 4. м
 5. МПа
 6. Н

8. Какие силовые факторы возникают в поперечном сечении стержня при растяжении?
 1. Крутящий момент
 2. Продольное усилие
 3. Поперечное усилие
 4. Изгибающий момент
 5. Изгибающий момент и поперечное усилие
 6. Ни одного из указанных факторов

9. Прочность материала называется способность ...
 1. накапливать до разрушения остаточные деформации
 2. восстанавливать первоначальные размеры и форму после снятия нагрузок
 3. сопротивляться колебаниям
 4. воспринимать нагрузки, не разрушаясь
 5. сопротивляться длительному статическому нагружению

10. Упругостью называется способность материала ...
 1. воспринимать нагрузки, не разрушаясь
 2. восстанавливать первоначальные размеры и форму после снятия внешних нагрузок
 3. накапливать пластические деформации
 4. сопротивляться колебаниям

11. Как определяется относительная продольная деформация?
 1. $\Delta L/L_k$
 2. L_k/L_0
 3. $L_0/\Delta L$
 4. $\ln(\Delta L/L_0)$
 5. $\Delta L/L_0$
 6. $L_k/\Delta L$

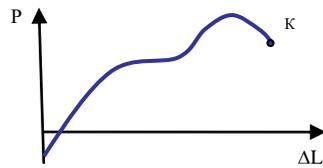
12. Предел прочности материала характеризует свойства
 1. пластичности
 2. прочности
 3. упругости
 4. вязкости
 5. хрупкости

13. Пластичностью называется способность материала ...

1. воспринимать нагрузки, не разрушаясь.
2. восстанавливать первоначальные размеры и форму после снятия внешних нагрузок.
3. накапливать до разрушения остаточные деформации.

14. Укажите какой нагрузке соответствует ордината точки К?

1. P_K
2. $P_{упр}$
3. P_{max}
4. $P_{пл}$
5. P_T
6. $P_{0,2}$

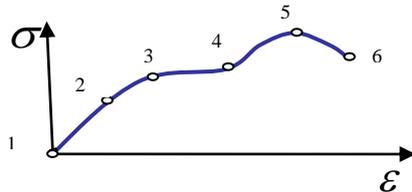


15. Укажите формулу закона Гука при растяжении.

1. $G\gamma$
2. $\frac{Nl}{EF}$
3. $E\varepsilon$

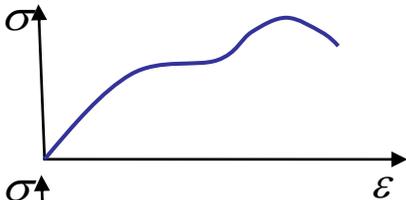
4. $\frac{M}{J_x} y$

16. Какой участок на диаграмме деформирования соответствует образованию шейки на образце?

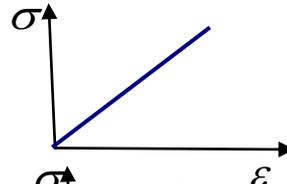


17. Укажите характерный вид диаграммы «σ — ε» при растяжении в пределах пропорциональности.

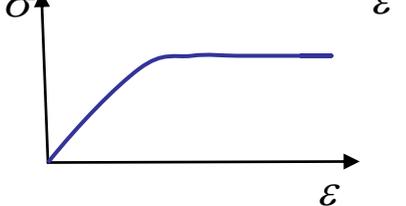
1.



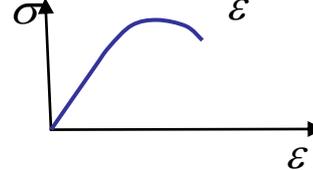
2.



3.

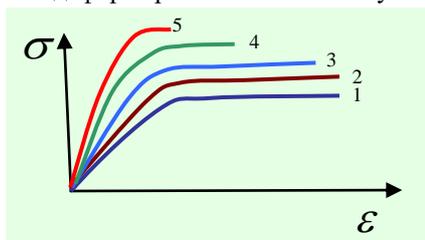


4.



18. Чему равны напряжения при растяжении силой $P=12$ кН стержня с квадратным поперечным сечением сторона которого $a=20$ см? Ответ записать в МПа

19. Какая диаграмма деформирования соответствует материалу с большим модулем упругости?



20. Укажите предел изменения коэффициента Пуассона.

1. $0 \leq \mu \leq 1$
2. $0 \leq \mu \leq 0.5$
3. $0.5 \leq \mu \leq 1$

Примерный перечень вопросов к зачету

Темы 1,2.

Основные понятия. Реальная конструкция и расчетная схема. Модели материала, формы тела, нагружения. Основные гипотезы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Напряжения.

Тема 3.

Диаграмма деформирования упруго-пластичного материала при растяжении. Закон Гука. Прочностные и деформационные характеристики. Диаграмма деформирования хрупких материалов.

Тема 4.

Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент; осевой, полярный и центробежный моменты инерции простых и сложных сечений.

Тема 5.

Обеспечение качества на этапах проектирования и конструирования изделий. Требования к изделиям. Комплексная модель качества. Машины и механизмы, машинные агрегаты. Общая классификация механизмов, узлов и деталей машин.

Тема 6.

Виды расчетов изделий на прочность. Требования, предъявляемые к изделиям. Критерии качества при расчетах и проектировании изделий. Причины отказа и потери работоспособности.

Тема 7.

Растяжение и сжатие. Продольные и поперечные деформации. Коэффициент Пуассона. Зависимость между напряжениями и деформациями. Расчеты по допускаемым напряжениям и перемещениям. Стержневые системы. Эпюры внутренних силовых факторов и осевых перемещений. Расчет на прочность и жесткость стержневых систем.

Тема 8.

Кручение. Напряжения и деформации, закон Гука при чистом сдвиге. Кручение стержней круглого поперечного сечения. Расчет валов на прочность и жесткость валов при кручении.

Тема 9.

Виды изгиба. Напряжения и деформации при чистом и поперечном изгибе. Определение перемещений при изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчет на прочность и жесткость. Совместное действие изгиба с кручением.

Тема 10.

Устойчивость стержней. Формула Эйлера. Оценки Ясинского. Границы применения формул Эйлера и Ясинского.

Тема 11.

Повышение качественных характеристик машин на этапах расчета и проектирования.Metalloёмкость и компактность, равнопрочность, снижение усталости, унификация элементов..

Министерство науки и высшего образования РФ
 ФГАОУ ВО «Пермский национальный
 исследовательский политехнический
 университет» (ПНИПУ)

Кафедра
 «Механика композиционных материалов и
 конструкций»

Дисциплина
 Прикладная механика

БИЛЕТ № 1

1. Виды расчетов изделий на прочность. Требования, предъявляемые к изделиям. Критерии качества при расчетах и проектировании изделий. Причины отказа и потери работоспособности.

2. Определить изгибающий момент в точке С

