

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

« 03 » апреля 20 23 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Механика  
(наименование)

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

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

**Общая трудоёмкость:** 144 (4)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 21.05.03 Технология геологической разведки  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Геофизические методы исследования скважин (СУОС)  
(наименование образовательной программы)

## 1. Общие положения

### 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины «Механика» – формирование комплекса знаний в области проведения инженерных расчётов на прочность и жёсткость деталей машин и конструкций, формирование представлений о проектировании машин и механизмов, процессах поиска наиболее рациональных конструктивных решений с учетом требований регламентирующей документации; формирование комплекса знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Задачи дисциплины:

- формирование знаний об основах сопротивления материалов, основных видах механизмов, принципах проектирования типовых деталей и конструкций с учетом требований нормативной и технической документации;
- формирование умений самостоятельно производить оценку работоспособности, проектировать несложные типовые детали и конструкции на основании нормативной и технической документации;
- формирование навыков самостоятельного решения несложных инженерных задач оценки и расчета надежности типовых деталей и элементов конструкций.

### 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- основные методы расчета элементов машиностроительных конструкций на прочность,
- основные типы механизмов, механические передачи,
- критерии качества и работоспособности машин и деталей машин,
- общие принципы конструирования,
- нормативная и техническая документация, регламентирующая проведение инженерных расчетов.

### 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
ОПК-3	ИД-1ОПК-3	Знает критерии работоспособности и основы инженерных расчетов механизмов; основные виды механизмов; принципы проектирования типовых деталей и конструкций; основную нормативную и техническую документацию, регламентирующую проведение инженерных расчетов	Знает положения фундаментальных естественных наук и научных теорий при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Дифференцированный зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-3	ИД-2ОПК-3	Умеет производить оценку работоспособности, проектировать несложные типовые детали и конструкции на основании нормативной и технической документации	Умеет использовать основные положения естественнонаучных и общинженерных дисциплин при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Защита лабораторной работы
ОПК-3	ИД-3ОПК-3	Владеет навыками решения несложных инженерных задач оценки и расчета надежности типовых деталей и элементов конструкций	Владеет навыками решения задач и моделирования эксперимента при проведении научно-исследовательских работ по изучению и воспроизводству минерально-сырьевой базы	Индивидуальное задание

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		5	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
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)	27	27	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	90	90	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет	9	9	
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	144	144	

#### 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
5-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 сопротивления материалов и расчетов на прочность	8	3	17	45
<p>Тема 1. Требования к деталям и узлам машин. Расчетные схемы</p> <p>Основные критерии работоспособности деталей и узлов машин: прочность, жесткость, износостойкость, теплостойкость, вибростойкость. Реальный объект и расчетная схема.</p> <p>Тема 2. Расчеты при растяжении-сжатии</p> <p>Внешние и внутренние силовые факторы. Напряжения и деформации. Определение внутренних силовых факторов. Напряжения в поперечных сечениях. Продольные и поперечные деформации. Закон Гука. Механические характеристики материалов. Предельные и допускаемые напряжения. Практические расчеты на смятие</p> <p>Тема 3. Расчеты при сдвиге и кручении</p> <p>Напряжения при сдвиге. Условия прочности и расчеты на срез. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Определение внутренних силовых факторов. Построение эпюр крутящих моментов. Напряжения и деформации в круглых валах. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.</p> <p>Тема 4. Расчет на прочность при изгибе</p> <p>Внутренние силовые факторы при изгибе. Напряжения и деформации при изгибе. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов. Расчеты на прочность при изгибе. Расчеты на жесткость при изгибе.</p> <p>Тема 5. Расчеты на прочность при сложном напряженном состоянии</p> <p>Понятие сложного деформированного состояния. Эквивалентные напряжения. Основные теории прочности. Полная проверка прочности при изгибе.</p> <p>Тема 6. Понятие о местных и контактных напряжениях. Прочность при переменных нагрузках</p> <p>Местные напряжения: виды местных напряжений, концентрация напряжений. Контактные напряжения: виды и расчеты на прочность.</p> <p>Прочность материалов при переменных нагрузках. Основные понятия усталостной прочности. Предел выносливости. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Расчеты на прочность при переменных нагрузках.</p>				
Общие сведения о деталях и узлах машин и механизмов	8	6	10	45
Тема 7. Классификация деталей и узлов машин				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Детали машин общего и специального назначения. Классификация деталей и узлов машин.</p> <p>Тема 8. Соединения деталей</p> <p>Сварные соединения. Основные виды сварных соединений, типы сварных швов. Конструкции и расчет соединений на прочность.</p> <p>Заклепочные, паяные, клеевые соединения. Общие сведения, сравнительная характеристика и область применения. Конструкции соединений и их расчет на прочность.</p> <p>Резьбовые соединения. Характеристика и область применения. Классификация резьб. Виды повреждений и критерии работоспособности резьбовых соединений. Расчет резьбы на прочность.</p> <p>Соединения с натягом. Характеристика, особенности технологии сборки и область применения. Конструкции и расчет на прочность.</p> <p>Шпоночные и шлицевые соединения. Область применения и сравнительная характеристика. Виды повреждений и критерии работоспособности. Конструкции и расчет соединений на прочность.</p> <p>Тема 9. Детали и сборочные единицы, предназначенные для поддержания вращающихся деталей передач</p> <p>Валы и оси. Назначение. Виды отказов и критерии работоспособности. Конструкции, расчеты на прочность и жесткость.</p> <p>Подшипники качения. Область применения, классификация, основные конструкции. Виды повреждений подшипников качения.</p> <p>Подшипники скольжения. Характеристика, область применения, конструкции, режимы работы, виды отказов и критерии работоспособности.</p> <p>Муфты. Назначение, классификация. Виды погрешностей взаимного расположения валов. Особенности конструкций муфт.</p> <p>Тема 10. Механические передачи</p> <p>Классификация передач. Назначение, структура и основные характеристики механического привода.</p> <p>Передачи трением. Фрикционные передачи. Общие сведения. Ременные передачи. Общие сведения.</p> <p>Передачи зацеплением. Классификация зубчатых передач. Геометрические параметры зацепления.</p> <p>Материалы. Критерии работоспособности.</p> <p>Цилиндрические зубчатые передачи. Силы в зацеплении. Проектный и проверочный расчет цилиндрических зубчатых передач.</p> <p>Червячные передачи. Область применения.</p> <p>Геометрические параметры передачи. Кинематика.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Материалы. Порядок проектирования. Цепные передачи. Общие сведения.				
ИТОГО по 5-му семестру	16	9	27	90
ИТОГО по дисциплине	16	9	27	90

### Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и сжатии.
2	Расчеты на прочность при деформации смятия и сдвига.
3	Расчеты на прочность и жесткость при кручении.
4	Расчеты на прочность при изгибе. Полная проверка прочности при изгибе.
5	Расчеты на прочность сварных соединений
6	Расчеты на прочность заклепочных, шпоночных, штифтовых соединений
7	Расчеты на прочность резьбовых соединений
8	Расчет основных кинематических характеристик привода

### Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Испытание на растяжение конструкционного материала. Определение основных характеристик прочности и пластичности материала.
2	Изучение конструкции, особенностей эксплуатации, расчетов и маркировки подшипников качения
3	Изучение конструкции, принципа действия, особенностей эксплуатации и расчета приводных муфт
4	Анализ конструкции и определение основных кинематических характеристик цилиндрических зубчатых редукторов, смазки, регулировки зацепления и подшипников качения
5	Анализ конструкции и определение основных кинематических характеристик червячных редукторов, смазки, регулировки зацепления и подшипников качения

## 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
<b>1. Основная литература</b>		
1	Жученков А. П., Зинштейн М. Л., Ханов А. М. Сопротивление материалов : конспект лекций учебное пособие для вузов. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2014. 215 с. 13,5 усл. печ. л.	48



2	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Вассерман Н. Н., Жученков А. П., Зинштейн М. Л., Ханов А. М. 2-е изд., испр. и доп. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2011. 364 с. 23,0 усл. печ. л.	41
3	Сопротивление материалов : учебное пособие для вузов / Вассерман Н. Н., Жученков А. П., Зинштейн М. Л., Ханов А. М. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2007. 342 с.	184
4	Ханов А. М., Сиротенко Л. Д. Детали машин и основы конструирования : учебное пособие. Пермь : Изд-во ПГТУ, 2010. 269 с.	89
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Прикладная механика : учебник для бакалавров / Джамай В. В., Самойлов Е. А., Станкевич А. И., Чуркина Т. Ю. 2-е изд., испр. и доп. Москва : Юрайт, 2013. 360 с. 18,9 усл. печ. л.	4
2	Прикладная механика : учебник для вузов / Джамай В. В., Дроздов Ю. Н., Самойлов Е. А., Станкевич А. И. Москва : Дрофа, 2004. 415 с.	203
3	Эрдеди А. А., Эрдеди Н. А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов : учебное пособие. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Высш. шк : Academia, 2001. 318 с.	28
4	Эрдеди А. А., Эрдеди Н. А. Теоретическая механика. Сопротивление материалов : учебное пособие. 8-е изд., стер. Москва : Академия, 2007. 320 с.	20
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
2	Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
3	Вестник ПНИПУ. Механика : журнал. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012 -.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
1	Механические испытания. Расчет и испытания на прочность : сборник национальные стандарты. Изд. офиц. Москва : Стандартиформ, 2005. 240 с.	1
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		
1	Лосева М. А., Сиротенко Л. Д., Матыгуллина Е. В. Практические задания по сопротивлению материалов : учебно-методическое пособие. Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2018. 192 с. 12,12 усл. печ. л.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
	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	Вассерман Н.Н., Жученков А.П. и др. Сопротивление материалов: Учебное пособие для вузов – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2011. – 364 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3352">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3352</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Балакирев А.А., Вассерман Н.Н. и др. Сопротивление материалов: Учебное пособие – Пермь: Изд-во ПГТУ, 2007 – 339 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2659">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib2659</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Жученков А.П., Зинштейн М.Л., Ханов А.М. Сопротивление материалов: конспект лекций. Учебное пособие для вузов – Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2014. – 215 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3688">https://elib.pstu.ru/vufind/Record/RUPNRPUelib3688</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Основная литература	Ханов А.М., Сиротенко Л.Д.. Детали машин и основы конструирования. Учебное пособие.- Пермь: изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010, 270 с.	<a href="https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=303">https://elib.pstu.ru/docview/?fDocumentId=303</a>	сеть Интернет; 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

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

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="http://lib.pstu.ru/">http://lib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	<a href="http://www.consultant.ru/">http://www.consultant.ru/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки	<a href="http://www.diss.rsl.ru/">http://www.diss.rsl.ru/</a>
Информационно-справочная система нормативно-технической документации "Техэксперт: нормы, правила, стандарты и законодательства России"	<a href="https://техэксперт.сайт/">https://техэксперт.сайт/</a>

## 7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Доска меловая	1
Лабораторная работа	Компьютер персональный	1
Лабораторная работа	Машина испытательная учебная МИ-40КУ	1
Лабораторная работа	Машина разрывная ГРМ-1	1
Лабораторная работа	Универсальный учебный комплекс для проведения лабораторных работ по дисциплине «Сопротивление материалов» СМ-1. 2011 г.	5
Лабораторная работа	Учебный комплекс для проведения лабораторных работ по теме «Передачи цилиндрические»	6
Лабораторная работа	Учебный комплекс для проведения лабораторных работ по теме «Передачи червячные»	6
Лабораторная работа	Учебный комплекс для проведения лабораторных работ по теме «Подшипники качения»	30
Лабораторная работа	Учебный комплекс для проведения лабораторных работ по теме «Приводные муфты»	6
Лекция	Доска меловая	1
Лекция	Компьютер персональный	1
Лекция	Проектор	1
Лекция	Учебно-методический комплекс для иллюстрации прочностных расчетов и конструкций деталей машин и механизмов	1
Лекция	Экран настенный	1
Практическое занятие	Доска меловая	1

## 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»**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ  
«Сопротивление материалов»**

основной профессиональной образовательной программы высшего образования –  
программы специалитета

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**  
*Приложение к рабочей программе дисциплины*

Специальность: 21.05.05 «Нефтегазовая техника и технология»

**Направленность (специализация)  
образовательной программы:**

**Выпускающая кафедра:**

**Квалификация выпускника:** специалист

**Форма обучения:** Очная

Курс: 2 Семестр: 4

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану: 5 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану: 180 ч

Виды промежуточного контроля:

Экзамен – 4 семестр,

Курсовая работа – 4 семестр

**Пермь  
2022**

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины «Сопротивление материалов» и разработан на основании:

- положения о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ, утвержденного 29.04.2014 г.;
- приказа ПНИПУ от 03.12.2015 № 3363-В «О введении структуры ФОС»;
- рабочей программы дисциплины «Сопротивление материалов», утвержденной 27.11.2020 г.

## **1. Перечень формируемых частей компетенций, этапы их формирования и контролируемые результаты обучения**

### **1.1. Формируемые части компетенций**

Согласно КМВ ОПОП учебная дисциплина «Сопротивление материалов» участвует в формировании следующих компетенций: ОПК-1, ОПК-4. В рамках учебного плана образовательной программы в 4 семестре на этапе освоения данной учебной дисциплины формируются следующие дисциплинарные части компетенций:

1. **ОПК-1.** Способен решать задачи расчета типовых элементов конструкций и деталей, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания.

### **1.2. Этапы формирования дисциплинарных частей компетенций, объекты оценивания и виды контроля**

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (4-го семестра базового учебного плана). В ходе обучения предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты дисциплинарных компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения (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 практическим и лабораторным работам, экзамена и курсовой работы. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Итоговой оценкой освоения дисциплинарных компетенций (результатов обучения по дисциплине) является промежуточная аттестация в виде защиты курсовой работы и экзамена, проводимых с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий и промежуточный			Рубежный	Промежуточная аттестация	
	ОП	ПЗ	ЛР	РК	КР	Экзамен
<b>Усвоенные знания</b>						
<b>К.1</b> Знать - особенности и принципы моделирования элементов конструкций и деталей машин при проведении типовых инженерных расчетов с применением методов математического анализа	ОП 1-14	ПЗ 1-9	ЛР 1-9	РК 1,2	ТВ	ТВ
<b>К 2.</b> Знать - основы общетехнических дисциплин для решения поставленных профессиональных задач	ОП 1-14	ПЗ 1,3-8	ЛР 1-9	РК 1,2	ТВ	ТВ
<b>Освоенные умения</b>						
<b>К.1</b> Уметь – решать типовые инженерные задачи прочностного расчета элементов конструкций и деталей машин с использованием технических схем и чертежей		ОПЗ 1-9	ОЛР 1-9	РК 1,2	ПЗ	ПЗ
<b>К.2</b> Уметь – применять основы общетехнических дисциплин для решения поставленных профессиональных задач		ОПЗ 1,3-8	ОЛР 1-9	РК 1,2	ПЗ	ПЗ
<b>Приобретенные владения</b>						
<b>К.1</b> Владеть – навыками решения типовых инженерных задач прочностного расчета элементов конструкций и деталей машин				РК 1,2	КЗ	ПЗ
<b>К.2</b> Владеть – навыками применения общетехнических дисциплин для решения поставленных профессиональных задач				РК 1,2	КЗ	ПЗ

- ОП – текущий контроль в форме устных опросов по теме занятия (оценка знаний);  
 ОПЗ – отчет по практическому занятию (оценка умений, навыков);  
 ОЛР – отчет по лабораторному занятию (оценка умений, навыков);  
 КП – курсовой проект (оценка умений, навыков);  
 РК – рубежный контроль по модулю (оценка знаний, умений, навыков);  
 ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание

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

### **2.1. Текущий контроль**

Текущий контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме письменного теоретического опроса студентов по каждой теме, выполнения и защиты лабораторных работ и практических заданий. Результаты заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

#### **Типовые вопросы текущего контроля**

1. Необходимо рассчитать на прочность газовый баллон. Какая модель формы будет использована?
2. Какое напряжение называется касательным (определение, обозначение, единица измерения)?
3. Записать формулу условия прочности для растяжения-сжатия (название величин, входящих в формулу).
4. Вам известна величина допускаемых напряжений при сжатии детали из хрупкого материала. Можно ли использовать эту величину для прочностного расчета при растяжении той же детали?
5. Какие детали считаются на прочность при сдвиге?
6. По какой формуле осуществляется проверочный расчет на жесткость при кручении (указать название величин, входящих в формулу).
7. Чему равны нормальные напряжения в сечении вала?
8. Какие напряжения возникают в сечении детали при поперечном изгибе (символ, название)?
9. Какая формула используется для определения касательных напряжений при поперечном изгибе балок? (название величин, входящих в формулу)
10. Какие параметры определяют величину деформации балки при изгибе?

#### **2.1.1. Защита лабораторных работ**

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

#### **Типовые задания к лабораторным работам**

1. Испытание на растяжение конструкционного материала. Определение основных характеристик прочности и пластичности материала.
2. Сравнительные испытания на сжатие хрупких и пластичных материалов. Определение прочностных характеристик на сжатие.
3. Определение модуля сдвига материала по результатам испытания на кручение тонкостенной трубки.
4. Опытное определение перемещений при поперечном изгибе в заданных сечениях балки.

### 2.1.2. Защита практических работ

Практические задания выдаются в форме расчетно-графических работ. Всего запланировано 9 работ (не считая курсовой работы). Типовые темы практических работ приведены в РПД.

Каждая практическая работа выполняется студентом по индивидуальному варианту, сдается на проверку и, после исправления возможных замечаний, защищается.

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

### Типовое задание для расчетно-графической работы

#### Контрольное задание 1.

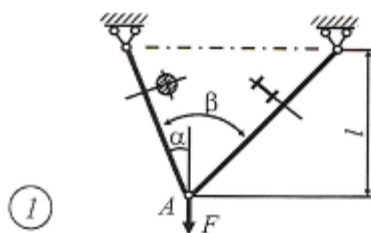
Расчет на прочность стержневых систем при деформации растяжения – сжатия

Подобрать из условия прочности поперечные сечения стержней статически определимой системы и определить перемещение точки А. Схема системы и типы сечений (круг, двутавр) приведены на рис.1, численные данные в табл.1.

Материал: сталь Ст.3.

Таблица 1.

схема	l, м	a, м	$\alpha^{\circ}$	$\beta^{\circ}$	F, кН
1	1,8	0,6	30	75	300



Содержание и порядок выполнения работы:

1. Вычертить в масштабе схему, указать численные значения заданных величин.
2. Составить уравнения равновесия и определить усилия в стержнях.
3. Подобрать из условия прочности сечения стержней.
4. Определить изменения длины каждого стержня.
5. Построить в масштабе план перемещения точки А.
6. Найти аналитически и проверить графически горизонтальное, вертикальное и полное перемещение точки А.

### 2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений дисциплинарных частей компетенций (табл. 1.1) проводится согласно графику учебного процесса, приведенного в РПД, в форме защиты рубежных контрольных работ (тестирование), а также выполнения практических заданий после изучения 1 и 2 разделов учебной дисциплины.



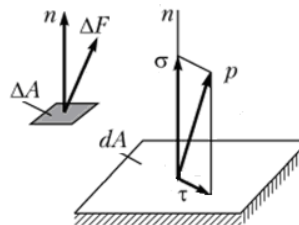
### 2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД, запланировано 2 рубежные контрольные работы (КСР) после освоения студентами учебных разделов дисциплины. Первая КР по разделу 1 «Растяжение и сжатие, сдвиг и кручение, геометрические характеристики плоских сечений», вторая КР – по разделу 2 «Прямой изгиб».

Типовые тестовые задания рубежного тестирования:

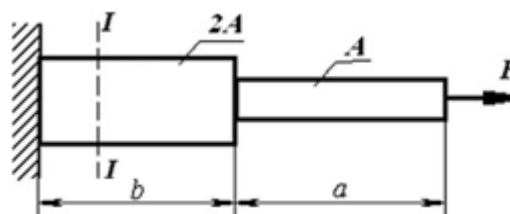
1. Проекция  $\tau$  полного напряжения  $p$  на площадку  $\Delta A$  называется

- А. Полное напряжение.
- В. Среднее напряжение.
- С. Нормальное напряжение.
- Д. Касательное напряжение.



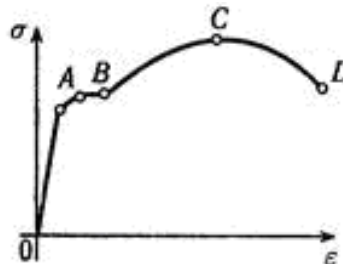
2. Чему равно *напряжение* в сечении I-I?

- А.  $\sigma = F / A$ ;
- В.  $\sigma = F \cdot A$ ;
- С.  $\sigma = F / 2 \cdot A$ ;
- Д.  $\sigma = F / (a+b)$ .



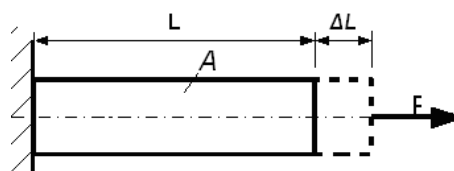
3. При растяжении образца получена диаграмма. Временное сопротивление (предел прочности) соответствует точке?

- А. В. С. Д.

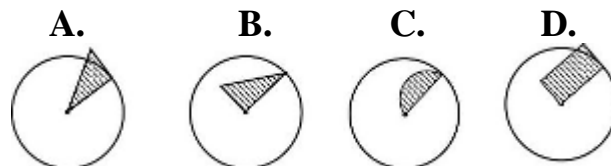


4. Стержень *жесткий*, если:

- А.  $\frac{F}{A} \leq [\sigma]$ ;
- В.  $\frac{F \cdot L}{A \cdot E} \leq [\Delta L]$ ;
- С.  $\frac{F}{L} \leq [\sigma]$ ;
- Д.  $\frac{F \cdot \Delta L}{A \cdot L} \leq [\epsilon]$ .

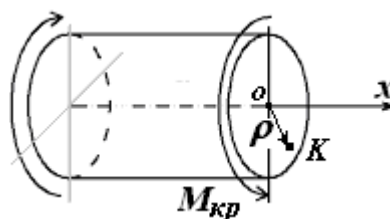


5. При деформации кручения напряжения распределяются по сечению таким образом:

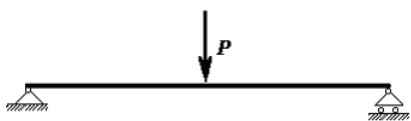


6. Напряжение в точке К сечения вала равно

- А.  $\tau = \frac{M_{\text{кр}}}{j_{\rho}} \cdot \rho$ ;
- С.  $\sigma = \frac{M_{\text{кр}}}{A}$ ;
- В.  $\tau = \rho \cdot M_{\text{кр}} \cdot G$ ;
- Д.  $\sigma = \frac{M_{\text{кр}} \cdot l}{G \cdot j_{\rho}}$ .



7. На балку действует сила  $P$ . Какую форму имеет эпюра изгибающих моментов  $M_{из}$ ?



- A. B. C. D.

8. Условие прочности по нормальным напряжениям  $\sigma$  при изгибе?

A.  $|\sigma| = \frac{|M_{\xi\xi}|}{G \cdot j_x} \leq [\sigma];$

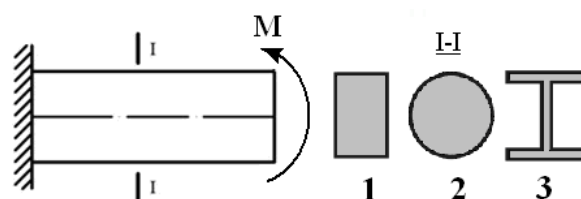
B.  $|\sigma| = \frac{|M_{\xi\xi}|}{w_x} \leq [\sigma];$

C.  $|\sigma| = \frac{|M_{\xi\xi}|}{j_\rho} \cdot \rho \leq [\sigma];$

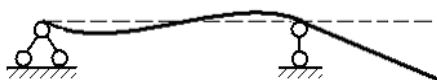
D.  $|\sigma| = \frac{|M_{\xi\xi}|}{A} \leq [\sigma].$

9. Расположите приведенные сечения балки в порядке возрастания прочности, если их площади равны ( $A_1=A_2=A_3$ ).

- A. 1, 2, 3;      B. 2, 1, 3;  
C. 2, 3, 1;      D. 1, 3, 2.



10. Форма изогнутой балки имеет вид:

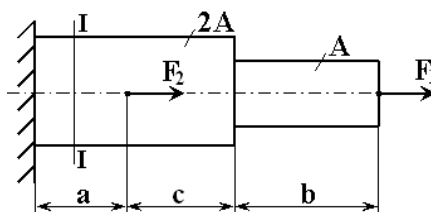


Как нагружена балка?

- A. B. C. D.

### Типовые практические задания рубежного контроля

1.

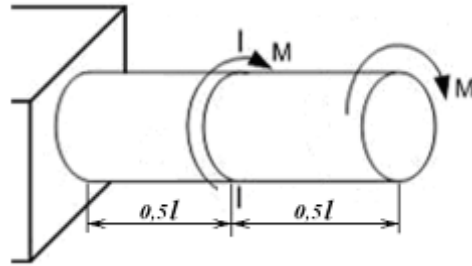


$F_2 = 20 \text{ кН}; F_1 = 10 \text{ кН}; A = 100 \text{ мм}^2; a=b=c=1 \text{ м}; [\sigma]_p = 100 \text{ МПа}.$

A. Определить значение и знак (сжимает или растягивает) внутренней силы  $N$  в сечении  $I-I$ .

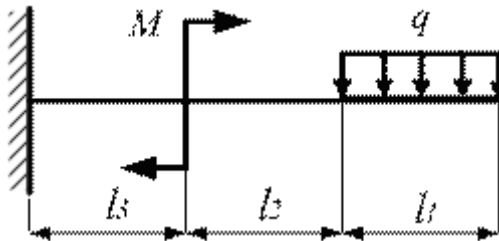
B. Оценить прочность в сечении  $I-I$ .

2. На какой угол повернется сечение  $I-I$ ?



$M = 16 \text{ кНм}$ ,  $l = 2 \text{ м}$ , диаметр вала  $d = 0,1 \text{ м}$ ,  $G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}$

3. Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки



$l_1 = l_2 = l_3 = 1 \text{ м}$ ;  $M = 10 \text{ кНм}$ ;  $q = 5 \text{ кН/м}$

## 2.3. Промежуточная аттестация

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех практических работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена и курсовой работы по дисциплине в 3-м семестре.

**2.3.1 Экзамен** проводится в форме собеседования (устно), каждый студент должен ответить на два теоретических вопроса для проверки усвоенных знаний и решить практическую задачу для проверки усвоенных умений и контроля уровня приобретенных владений заявленных дисциплинарных компетенций.

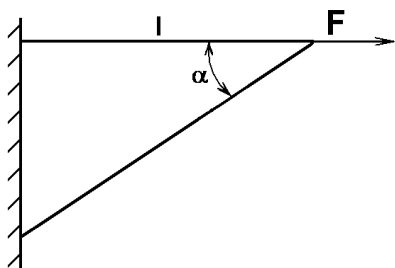
Пример билета приведён в приложении. Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей кафедре.

### Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

#### Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

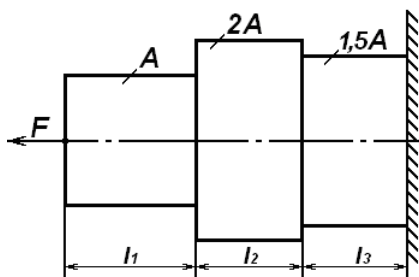
1. Напряжение как основная характеристика внутренних сил. Напряжения в точке сечения. Общие принципы расчета элементов конструкций по напряжениям.
2. Расчеты на прочность при сдвиге. Внутренние силы и напряжения, возникающие в сечении детали при сдвиге. Определение допускаемых напряжений для сдвига. Закон Гука для сдвига.
3. Расчеты на жесткость при изгибе. Условие жесткости при изгибе. Сущность определения перемещений при помощи интеграла Мора способом Верещагина.
4. Понятие продольного изгиба. Условие устойчивости. Гибкость стержня. Предел применимости формулы Эйлера. Эмпирическая формула расчета критических напряжений. Методика решения проектных задач на устойчивость.

#### Типовые практические задания (задачи) для контроля усвоенных умений



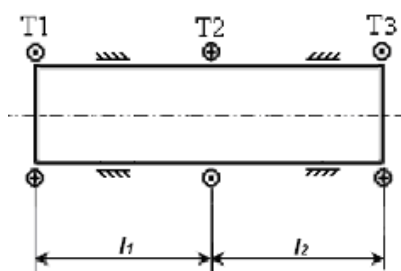
Определить перемещения концов стержней

$$\begin{aligned} F &= 10 \text{ кН}; & \alpha &= 30^\circ; \\ l &= 1 \text{ м}; & A &= 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2; \\ E &= 2 \cdot 10^{11} \text{ Па}; \end{aligned}$$



Проверить прочность бруса

$$\begin{aligned} [\sigma_p] &= 150 \text{ МПа}; & F &= 50 \text{ кН}; \\ l_1 = l_2 = l_3 &= 1 \text{ м}; & A &= 0,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 \end{aligned}$$



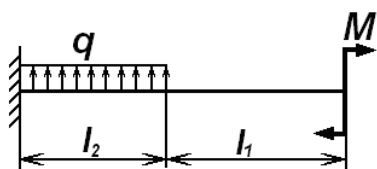
Определить углы закручивания вала

$$G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па};$$

$$T_1 = 200 \text{ Н*м};$$

$$T_2 = 400 \text{ Н*м};$$

$$l_1 = l_2 = 1 \text{ м}; \quad d = 50 \text{ мм}$$



Построить эпюры внутренних силовых факторов для балки. Определить опасный участок.

$$M = 10 \text{ Н*м}; \quad q = 60 \text{ кН/м};$$

$$l_1 = 2 \text{ м}; \quad l_2 = 1 \text{ м}$$

### 2.3.2 Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

### 2.3.3. Выполнение курсовой работы

Выполнение курсовой работы является комплексным заданием, состоящим из решения нескольких задач, охватывающих все темы курса и предполагающих выполнение проверочных и проектировочных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых конструкций при различных видах нагружения.

Курсовая работа выполняется студентом по индивидуальному варианту, сдается на проверку и, после исправления возможных замечаний, защищается.

#### Типовое задание на курсовую работу (одна из частей работы)

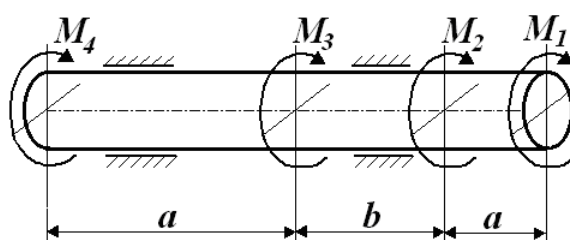
##### Расчет вала на прочность и жесткость при деформации кручения

К стальному валу приложены вращающие моменты. Определить размер сечения вала из условия прочности и жесткости на кручение. Определить максимальные напряжения и углы закручивания по длине вала.

Оценить рациональность изготовления валов различной формы сечения.

Для валов а) круглого сплошного, б) кольцевого, в) квадратного сечения определить распределение напряжений по сечению на опасном участке.

Вал изготовлен из стали:  $G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}; \quad [\Theta]_{кр} = 1,75 \cdot 10^{-2} \text{ рад/м}; \quad [\tau]_{кр} = 45 \text{ МПа}.$



№ п/п	$a, м$	$b, м$	$M_1, кН·м$	$M_2, кН·м$	$M_3, кН·м$	$d_{кол}/D_{кол}$
1	0,2	1,5	20	100	50	0,75

Содержание и порядок выполнения работы:

1. Вычертить схему вала с указанием числовых данных.
2. Определить минимальные размеры вала, исходя из условия прочности ( $d^{пр}$ ) и жесткости ( $d^ж$ ). Полученные результаты округлить, согласно ГОСТ 6636-69 из ряда предпочтительных чисел Ra 40. Принять размеры вала по наибольшему значению.
3. Определить напряжения  $\tau_{ед_i}$  по длине вала.
4. Определить углы закручивания  $\varphi_i$  по длине вала.
5. Определить размеры вала кольцевого сечения ( $d_{е\ddot{e}}$ ,  $D_{е\ddot{e}}$ ), исходя из условия прочности и жесткости. Полученные результаты округлить согласно ГОСТ 6636-69 из ряда предпочтительных чисел Ra 40.
6. Определить размеры вала квадратного сечения ( $a \times a$ ), исходя из условия прочности и жесткости. Полученные результаты округлить согласно ГОСТ 6636-69.
7. Вычислить величину напряжений и определить их распределение в опасном сечении сплошного круглого, кольцевого и квадратного валов.
8. Оценить рациональность сечений валов по прочности и по жесткости. Дать заключение.

### **2.3.4. Шкалы оценивания результатов обучения при защите курсового проекта**

По результатам защиты курсового проекта выставляется интегральная оценка по 4-х балльной шкале оценивания, которая распространяется на все запланированные результаты в форме *знать, уметь и владеть*, указанные в задании на курсовой проект.

Типовые критерии оценки результатов обучения при защите курсового проекта для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций**

### **3.1 Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций**

При оценке уровня сформированности дисциплинарных компетенций в рамках выборочного контроля на экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в процессе собеседования дисциплинарной компетенции обобщается на соответствующий компонент всех дисциплинарных компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

### **3.2 Оценка уровня сформированности дисциплинарных компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент

формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС программы бакалавриата.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде дифференциального зачета и курсового проекта используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС программы бакалавриата.

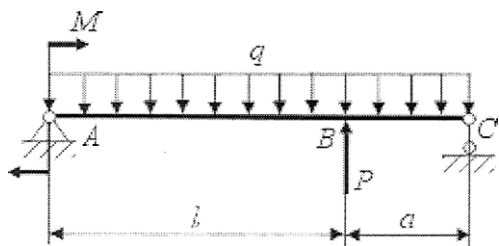
Пример билета для экзамена

Пермский Национальный Исследовательский  
Политехнический Университет

**Кафедра:** ИТМ  
**Дисциплина:** Сопротивление материалов  
**Направление:**

БИЛЕТ N 1

1. Понятие прочности. Напряжение как основная характеристика внутренних сил. Общие принципы расчета элементов конструкций по напряжениям.
2. Расчеты на жесткость при кручении. Определение угловых перемещений и деформаций вала при кручении. Связь между напряжениями и деформациями. Условие жесткости при кручении и задачи, решаемые с его помощью.
3. Решите задачу



Заведующий кафедрой

Определить номер стандартного двутавра из условия прочности по нормальным напряжениям.

$$[\sigma] = 160 \text{ МПа}; l = 2 \text{ м}; a = 1 \text{ м};$$

$$M = 15 \text{ кНм}; P = 40 \text{ кН}; q = 20 \text{ кН/м}.$$

\_\_\_\_\_ В.В. Карманов

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 г