

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета



УТВЕРЖДАЮ

Директор

Электростальского института (филиала)

Московского политехнического университета

О.Д. Филиппова /О.Д. Филиппова/

«10» июля 2025г.

Рабочая программа дисциплины
«Сопротивление материалов»

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»
(набор 2025 года)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь 2025

1. Область применения и нормативные ссылки

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к знаниям и умениям обучающегося и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих данную дисциплину, и обучающихся направления подготовки 22.03.02 Металлургия.

Программа разработана в соответствии с:

- Федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 28.06.2020 №702;
- Образовательной программой высшего образования по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия;
- учебным планом по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, профиль Обработка металлов и сплавов давлением.

Цели освоения дисциплины «Сопротивление материалов»:

- формирование теоретических знаний о методах решения задач прочности, жесткости и устойчивости элементов конструкций; знаний и навыков в области теоретического и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций при простых видах нагружения;
- подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой бакалавра, в том числе формирование умений по решению задач прочности, жесткости и устойчивости; умений по определению механических характеристик материалов.

К основным задачам освоения дисциплины «Сопротивление материалов» следует отнести:

- освоение методов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и усталость, определения механических характеристик материалов, теоретического и экспериментального определения напряженно-деформированного состояния при простых видах нагружения, определения рациональных форм сечений элементов конструкций при различных видах нагружения.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части (Б1.1) основной образовательной программы бакалавриата направления подготовки 22.03.02 «Металлургия».

Дисциплина «Сопротивление материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ООП:

- Математика;
- Физика;
- Теоретическая механика;
- Детали машин и основы конструирования.

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

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности,	<u>Индикаторы достижения компетенции</u>

	<p>применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания</p>	<p>ИОПК-1.1 использует основные законы дисциплин инженерно-механического модуля, основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей, ИОПК-1.2 владеет основными методами интерпретации данных исследований, технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды, ИОПК-1.3 знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, ИОПК-1.4 участвует, со знанием дела, в работах по совершенствованию производственных процессов с использованием экспериментальных данных и результатов моделирования, владеет навыками делового взаимодействия с сервисной службой и оценивать их рекомендации с учетом экспериментальной работы технологического отдела предприятия, ИОПК-1.5 владеет основополагающими теоретическими положениями, предусмотренные программой дисциплины, роль и значение основных законов естественнонаучных дисциплин, <u>В том числе:</u> Знать: - основные механические характеристики материалов; - экспериментальные и теоретические методы исследования напряженно-деформированного состояния конструкций. Уметь: - проводить испытания материалов для определения механических характеристик; - определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; - проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и сравнивать их с теоретическими расчетами.</p>
--	---	---

		<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами определения механических характеристик материалов; - экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; - методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений.
--	--	--

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Форма обучения	курс	семестр	Трудоемкость дисциплины в часах							Форма итогового контроля
			Всего час./зач. ед	Аудиторных часов	Лекции	Семинарские (практические) занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Контроль (промежуточная аттестация)	
Очная	2	4	144/4	72	36	36	18	72	36	экзамен
Очно-заочная	2	4	144/4	16	8	8		128	36	экзамен

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	
Аудиторные занятия (всего)	72	72	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Практические занятия	18	18	
Лабораторные работы	18	18	
Самостоятельная работа (всего)	72	72	
В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	48	48	
Подготовка к контрольной работе, тестированию	24	24	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)			
Общая трудоемкость час / зач. ед.	144/4	144/4	

Очно-заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		4	
Аудиторные занятия (всего)	16	16	
В том числе:			
Лекции	8	8	
Практические занятия	10	10	
Лабораторные работы	-	-	
Самостоятельная работа (всего)	128	128	

В том числе:			
Подготовка к занятиям (изучение лекционного материала, литературы, законодательства, практических ситуаций)	48	48	
Подготовка к контрольной работе, тестированию	64	64	
Вид промежуточной аттестации (экзамен)	48	48	
Общая трудоемкость час / зач. ед.	144/4	144/4	

5. Содержание дисциплины

5.1. Тематический план дисциплины

№ раздела	№ лекции	Основное содержание
1	1	Наука о сопротивлении материалов. Изучаемые объекты и расчетные схемы. Основные гипотезы.
		Классификация внешних сил. Внутренние силы. Метод сечений. Виды деформаций стержней. Балки и их опоры. Вычисление опорных реакций.
2	2-5	Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжение и деформации при растяжении и сжатии. Расчет на прочность и жесткость. Механические характеристики металлов и сплавов.
	6	Испытание материалов на растяжение и сжатие. Допускаемые напряжения. Пластичность и хрупкость металлов и сплавов. Построение эпюр ВСФ.
3	7-9	Чистый сдвиг. Расчет усилий при пластическом срезе. Кручение. Внутренние силовые факторы, напряжения и деформации при кручении. Условия прочности и жесткости. Построение эпюр ВСФ при кручении.
4	10	Понятие о напряженном состоянии. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука.
	11	Связь между E , ϵ и μ на примере чистого сдвига. Теория предельного состояния. Теории прочности. Расчет по теориям прочности.
5	12	Центр тяжести сечения. Статические моменты сечения. Моменты инерции сечения. Изменение моментов инерции сечения при параллельном переносе и повороте осей. Главные оси инерции и главные моменты инерции. Моменты инерции простых сечений. Поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы (ВСФ), напряжения при изгибе. Правило знаков. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки. Правила проверки эпюр
	13	Построение эпюр ВСФ. Напряжения при поперечном изгибе. Условие прочности при изгибе. Рациональная форма поперечного сечения. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Перемещения в балках при изгибе.
6	14-15	Расчет балок по несущей способности. Диаграмма Прандтля. Изгиб балок. Осевой пластический момент сопротивления. Пластический шарнир. Расчет балок на устойчивость.

7	16-17	Формула Эйлера для критической силы. Устойчивость за пределами упругости. Формула Ясинского. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы. Рациональная форма поперечных сечений.
8	18	Динамическое нагружение. Принцип Даламбера. Движение тела с постоянным ускорением. Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Усталость. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

5.2. Практические занятия

№ раздела	№ занятия	План занятия, основное содержание
2	1-6	Решение задач на плоскую систему сил
		Решение задач на построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при осевом растяжении-сжатии для статически определимых и статически неопределимых систем.
3	7-9	Решение задач на построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при кручении для статически определимых систем.
4	10-12	Решение задач на определение напряжений при различном напряженно-деформированном состоянии тела для различных площадок.
5	13-14	Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений.
		Построение эпюр внутренних усилий, напряжений при плоском изгибе для статически определимых систем расчетным и графическим путем.
6	15-16	Построение эпюр внутренних усилий, напряжений и перемещений при плоском изгибе для статически определимых систем.
7	17-18	Расчет балок по несущей способности и на устойчивость. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

5.3. Лабораторные работы

№ раздела	№ занятия	План занятия, основное содержание
2	1	Испытание стального образца на растяжение. Тарировка проводочных датчиков сопротивления на балке равного сопротивления
	2	Определение упругих постоянных стали. Испытание материалов на твердость
3	3,4	Испытание материалов на срез
5,6	5-7	Определение перемещений балки при изгибе
7	8-9	Испытание прямых стержней на продольный изгиб

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

Фонд оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине представлен в Приложении 1 к рабочей программе.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Куликов Ю.А. Сопротивление материалов: Курс лекций. – СПб: Лань, 2017. – 272с. https://e.lanbook.com/book/91882?category_pk=934#authors

2. Буланов Э.А. Решение задач по сопротивлению материалов: Учебное пособие.- М.: БИНОМ, 2012.- 215с.

3. Буланов Э. А. Механика. Вводный курс : (учебное пособие) / Э. А. Буланов, В. Н. Шинкин. – Москва : БИНОМ, 2011 – 172с.

б) дополнительная литература:

1. Алмаметов Ф.З. Расчетные и курсовые работы по сопротивлению материалов : (Учебное пособие) / Ф.З. Алмаметов, С.И. Арсеньев, Н.А. Курицин. – Москва : Высшая школа, 2003,2005 – 368с.

2. Вольмир А.С. Сопротивление материалов : Сборник задач (учебное пособие) / А.С. Вольмир. – Москва : Дрофа, 2009 – 398с.

3. Копнов В.А. Сопротивление материалов : (Руководство для решения задач и выполнения лабораторных и расчетно-графических работ) / Копнов В.А., Кривошاپко С.Н., - Москва : Высшая школа, 2005 – 351с.

4. Мкртычев О.В. Сопротивление материалов : (Электронный ресурс) / О.В. Мкртычев, - Москва : АСВ, 2005 – 104с.

5. Синельникова Н.Г. Сопротивление материалов : Лабораторный практикум (методическое пособие) / Н.Г. Синельникова, В.В. Горбунов, - Электросталь : ЭПИ МИСиС ТУ, 2011 – 86с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы

Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616
Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License.
Лицензия № 61984042

Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian.

Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)

– Интернет-ресурсы включают учебно-методические материалы в электронном виде, представленные в разделе «Библиотека Московского Политеха» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>).

www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань»

– <http://cyberleninka.ru/> Научная электронная библиотека «КИБЕРЛЕНИНКА»

– Национальная электронная библиотека (<http://нэб.рф>);

- ЭБС «Юрайт» (www.urait.ru);

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн» (<https://biblioclub.ru>);

Система НТД Norma CS 2.0

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование дисциплины (модуля),	Наименование специальных помещений и помещений для самостоя-	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
-------	-----------------------------------	--	---

	практик в соответствии с учебным планом	тельной работы	
13.	Сопротивление материалов	Учебная аудитория лекционного типа № 1508, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Учебная аудитория для занятий семинарского типа № 1503, учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, переносной мультимедийный комплекс (проекционный экран, проектор, ноутбук)
		Лаборатория «Сопротивление материалов» № 2117, лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели, разрывные установки ИПСМ

9. Образовательные технологии

Методика преподавания дисциплины «Сопротивление материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков, обучающихся:

- подготовка к выполнению лабораторных работ в лабораториях вуза;
- защита и индивидуальное обсуждение выполняемых расчетно-графических работ;
- подготовка, представление и обсуждение презентаций на семинарских занятиях;
- организация и проведение текущего контроля знаний студентов в форме бланкового тестирования;
- проведение интерактивных занятий по процедуре подготовки к интернет-тестированию на сайтах: www.fepo.ru, www.i-exam.ru;

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

10.1. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические указания по работе над конспектом лекций во время и после проведения лекции

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия: вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на категории,

формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению; задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Методические указания к практическим занятиям

При подготовке к практическим занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к практическим занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы.

В течение практического занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента.

Методические указания по выполнению контрольной работы

Для закрепления практических навыков студентам могут быть выданы типовые индивидуальные задания, которые должны быть сданы в установленный преподавателем срок. Выполненные задания оцениваются на оценку.

Цель выполнения индивидуальной контрольной работы: проверка умений и навыков самостоятельного решения конкретных задач по данному разделу дисциплины, проверка логического обоснования решения, умений применения теоретических знаний к решению задач.

Методические рекомендации для самостоятельной работы

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Самостоятельная работа направлена на самостоятельное изучение отдельной темы учебной дисциплины и является обязательной для каждого обучающегося, ее объем определяется учебным планом. Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету/экзамену.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите;
- выполнение расчетно-графической работы.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;

- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы, и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы.

10.2. Методические рекомендации для преподавателя

Взаимодействие преподавателя со студентами можно разделить на несколько составляющих – лекционные, практические и лабораторные занятия и консультирование.

Преподаватель должен последовательно вычитать студентам ряд лекций, в ходе которых следует сосредоточить внимание на ключевых моментах конкретного теоретического материала, а также организовать проведение практических занятий таким образом, чтобы активизировать мышление студентов, стимулировать самостоятельное извлечение ими необходимой информации из различных источников, сравнительный анализ методов решений, сопоставление полученных результатов, формулировку и аргументацию собственных взглядов на многие спорные проблемы.

Перед началом преподавания преподавателю необходимо:

- изучить рабочую программу, цели и задачи дисциплины;
- четко представлять себе, какие знания, умения и навыки должен приобрести студент;
- познакомиться с видами учебной работы;
- изучить содержание разделов дисциплины.

В ходе лекционного занятия преподаватель должен назвать тему, учебные вопросы, ознакомить студентов с перечнем основной и дополнительной литературы по теме занятия.

Во вступительной части лекции обосновать место и роль изучаемой темы в учебной дисциплине, раскрыть ее практическое значение. Если читается не первая лекция, то необходимо увязать ее тему с предыдущей, не нарушая логики изложения учебного материала. Лекцию следует начинать, только четко обозначив её характер, тему и круг вопросов, которые в её ходе будут рассмотрены.

В основной части лекции следует раскрывать содержание учебных вопросов, акцентировать внимание студентов на основных категориях, явлениях и процессах, особенностях их протекания. Раскрывать сущность и содержание различных точек зрения и научных подходов к объяснению тех или иных явлений и процессов. Следует аргументировано обосновать собственную позицию по спорным теоретическим вопросам. Приводить примеры. Задавать по ходу изложения лекционного материала риторические вопросы и самому давать на них ответ. Это способствует активизации мыслительной деятельности студентов, повышению их внимания и интереса к материалу лекции, ее содержанию. Преподаватель должен руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категорийный аппарат.

В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции. Объявить план очередного практического или лабораторного занятия, дать краткие рекомендации по подготовке студентов к практическому занятию или лабораторной работе. Определить место и время консультации студентам, пожелавшим выступить на занятии с докладами и рефератами по актуальным вопросам обсуждаемой темы.

Цель практических и лабораторных занятий - обеспечить контроль усвоения учебного материала студентами, расширение и углубление знаний, полученных ими на лекци-

ях и в ходе самостоятельной работы. Повышение эффективности практических занятий достигается посредством создания творческой обстановки, располагающей студентов к высказыванию собственных взглядов и суждений по обсуждаемым вопросам, желанию у студентов поработать у доски при решении задач.

После каждого лекционного, лабораторного и практического занятия сделать соответствующую запись в журналах учета посещаемости занятий студентами, выяснить у старост учебных групп причины отсутствия студентов на занятиях. Проводить групповые и индивидуальные консультации студентов по вопросам, возникающим у студентов в ходе их подготовки к текущей и промежуточной аттестации по учебной дисциплине, рекомендовать в помощь учебные и другие материалы, а также справочную литературу.

Экзамен или зачет по дисциплине проводится в форме устного ответа с последующей индивидуальной беседой со студентом на основе контрольных вопросов. Оценка выставляется преподавателем и объявляется после ответа. Преподаватель, принимающий зачет или экзамен, лично несет ответственность за правильность выставления оценки.

11. Особенности реализации дисциплины «Сопротивление материалов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучение по дисциплине инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется преподавателем с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 22.03.02 «Металлургия».

Программа обсуждена на заседании кафедры «ММТ», утв. 23.06.2025 протокол № 11

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**Электростальский институт (филиал)
Московского политехнического университета**

Направление подготовки
22.03.02 «Металлургия»

Направленность образовательной программы
«Обработка металлов и сплавов давлением»

Форма обучения: очная, очно-заочная

Виды профессиональной деятельности:
технологический;
организационно-управленческий;
проектный.

Кафедра: «Машиностроительные и металлургические технологии»

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ»**

Электросталь 2025

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины. Формы контроля формирования компетенций

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

2. Показатели и критерии оценивания компетенций при изучении дисциплины, описание шкал оценивания

2.1 Критерии оценки ответа на экзамене

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания				
Знать: основные механические характеристики материалов; экспериментальные и теоретические методы исследования напряженно-деформированного состояния конструкций	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основных механических характеристик материалов; экспериментальных и теоретических методов исследования напряженно-деформированного состояния конструкций	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основных механических характеристик материалов; экспериментальных и теоретических методов исследования напряженно-деформированного состояния конструкций. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду методов расчета, обучающийся испытывает зна-	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основных механических характеристик материалов; экспериментальных и теоретических методов исследования напряженно-деформированного состояния конструкций, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основных механических характеристик материалов; экспериментальных и теоретических методов исследования напряженно-деформированного состояния конструкций, свободно оперирует приобретенными знаниями.

		чительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.		
Уметь: проводить испытания материалов для определения механических характеристик; определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния	Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет проводить испытания материалов для определения механических характеристик определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и сравнивать их с теоретическими расчетами.	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующим умениям: проводить испытания материалов для определения механических характеристик определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и сравнивать их с теоретическими расчетами. Допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующим умениям: проводить испытания материалов для определения механических характеристик определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и сравнивать их с теоретическими расчетами. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующим умениям: проводить испытания материалов для определения механических характеристик определять линейные и угловые перемещения поперечных сечений при различных видах нагружения; проводить экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций и сравнивать их с теоретическими расчетами. Свободно оперирует приобретенными умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
Владеть: методами опре-	Обучающийся не владеет или	Обучающийся частично владе-	Обучающийся частично владе-	Обучающийся в полном объе-

<p>деления механических характеристик материалов; экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений</p>	<p>в недостаточной степени владеет методами определения механических характеристик материалов; экспериментальным и методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений.</p>	<p>ет методами определения механических характеристик материалов; экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений в неполном объеме, допускаются незначительные ошибки, проявляется недостаточность владения навыками по ряду показателей, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков.</p>	<p>ет методами определения механических характеристик материалов; экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений, навыки освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>ме методами определения механических характеристик материалов; экспериментальным и методами исследования напряженно-деформированного состояния элементов конструкций; методами построения эпюр внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
--	---	---	--	---

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация обучающихся в форме экзамена проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине.

Шкала оценивания	Описание
------------------	----------

Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

3. Методические материалы (типовые контрольные задания), определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Контрольные задания, применяемые в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, носят универсальный характер и предусматривают возможность комплексной оценки всего набора заявленных по данной дисциплине индикаторов сформированности компетенций.

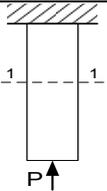
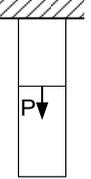
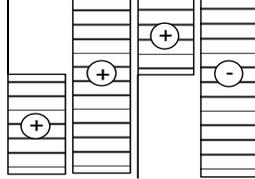
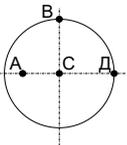
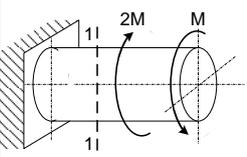
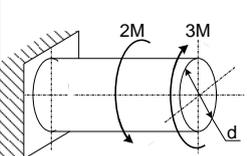
Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации

№ п/п	Вопросы к экзамену
1	Сложное сопротивление. Внутренние силовые факторы.
2	Правила построения эпюр внутренних силовых факторов для пространственного стержня.
3	Расчет на прочность при изгибе с кручением
4	Косой изгиб. Определение нормальных напряжений.
5	Определение положения нейтральной линии при косом изгибе.
6	Определение перемещений при косом изгибе.
7	Внецентренное растяжение (сжатие).
8	Определение напряжений при внецентренном растяжении (сжатии).

9	Определение положения нейтральной линии при внецентренном растяжении.
10	Ядро сечения, построение ядра сечения.
11	Расчет на прочность при внецентренном растяжении или сжатии
12	Тонкостенные стержни. Свободное и стесненное кручение.
13	Определение напряжений при свободном кручении.
14	Определение напряжений при стесненном кручении.
15	Центр изгиба тонкостенного стержня.
16	Изгибно-крутящий бимомент. Расчет на прочность
17	Устойчивость сжатых стержней. Виды упругого равновесия.
18	Формула Эйлера.
19	Влияние способов закрепления концов стержня на величину $F_{кр}$.
20	Пределы применимости формулы Эйлера, формулы Ясинского
21	Расчет сжатых стержней на устойчивость.
22	Продольно-поперечный изгиб.
23	О рациональной форме поперечных сечений сжатых стержней.
24	Динамические нагрузки. Напряжения и деформации при ударе.
25	Механические свойства материалов при ударе.
26	Усталостное разрушение металлов.
27	Предел выносливости. Основные факторы, влияющие на предел выносливости.

Текущий контроль
Тесты

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
Тест 1. Основные понятия		
1	Способность конструкции сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок	1) жесткость 2) прочность 3) устойчивость 4) долговечность
2	Реальный объект, освобожденный от несущественных особенностей, не влияющих заметным образом на работу системы в целом	1) оболочка 2) расчетная схема 3) брус 4) элемент конструкции
3	Материалы, имеющие одинаковые свойства во всех точках тела	1) деформируемые 2) упругие 3) однородные 4) изотропные
4	На достаточном удалении от места приложения нагрузки конкретный способ осуществления этой нагрузки можно не учитывать.	1) принцип независимости действия сил 2) принцип суперпозиции сил 3) принцип локальности 4) гипотеза Бернулли
Тест 2. Осевое растяжение-сжатие		
5	Отношение абсолютного удлинения (укорочения) Δl стержня к первоначальной длине называется...	1) изменением формы стержня 2) относительным изменением объема 3) относительной линейной деформацией 4) угловой деформацией
6	Если известно, что модуль продольной упругости равен $2 \cdot 10^5$ МПа и относительная деформация равна 0,0003, то нормальное	1) 60 МПа 2) 40 МПа 3) 80 МПа 4) 90 МПа

	напряжение будет равно	
7	 <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, возникающие в сечении 1-1, будут...</p>	1) растягивающими 2) сжимающими 3) растягивающими и сжимающими 4) равными нулю
8	 <p>Для стержня, схема которого изображена на рисунке, эпюра «N» будет иметь вид:</p>	
Тест 3. Кручение		
9	Интегральная связь между внутренним усилием и напряжением при кручении...	1) $N = \int_A \sigma dA$ 2) $Q_y = \int_A \tau_y dA$ 3) $M_x = \int_A \sigma_y dA$ 4) $M_z = \int_A (\tau_y x - \tau_x y) dA$
10	 <p>Стержень скручивается, максимальные касательные напряжения действуют в точках...</p>	1) А, С 2) С, Д 3) В, Д 4) В, С
11	 <p>Для вала, схема которого изображена на рисунке, в сечении 1-1 крутящий момент по модулю равен...</p>	1) М 2) 2М 3) 3М 4) 4М
12	 <p>Если известно $[\tau]$ для заданного вала, то из расчета на прочность $[M] \leq \dots$</p>	1) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{16}$ 2) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{32}$ 3) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{48}$ 4) $\frac{d^3 [\tau]}{16\pi}$

Критерии оценки теста:

- отлично - от 90% до 100% правильных ответов;
- хорошо - от 75% до 90% правильных ответов;
- удовлетворительно - от 50% до 75% правильных ответов;
- неудовлетворительно - менее 50% правильных ответов.

Тематика лабораторных работ

1	Испытание стального образца на растяжение. Тарировка проволочных датчиков сопротивления на балке равного сопротивления
	Определение упругих постоянных стали. Испытание материалов на твердость
2	Испытание материалов на срез
3	Определение перемещений балки при изгибе
4	Испытание прямых стержней на продольный изгиб

Критерии оценки лабораторной работы

«5» (отлично): выполнены все задания лабораторной работы, студент четко и без ошибок ответил на все контрольные вопросы.

«4» (хорошо): выполнены все задания лабораторной работы; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«3» (удовлетворительно): выполнены все задания лабораторной работы с замечаниями; студент ответил на все контрольные вопросы с замечаниями.

«2» (неудовлетворительно): студент не выполнил или выполнил неправильно задания лабораторной работы; студент ответил на контрольные вопросы с ошибками или не ответил на контрольные вопросы.

Перечень расчётно-графических работ (примерная тематика)

№п/п	Тематика
1	Определение внутренних силовых факторов, напряжений и перемещений при осевом растяжении-сжатии, кручении, плоском изгибе
2	Сложное сопротивление. Расчет пространственного стержня.
3	Расчет колонны на устойчивость.

Пример задания для выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Сопротивление материалов»

Задание 1.

Ступенчатый вал с одним защемленным концом, имеющий различную форму поперечных сечений на каждом участке, закручен внешними моментами T_1 , T_2 , T_3 , как показано на рис.1,а. Требуется:

- 1) Построить эпюру крутящих моментов T_K ;
- 2) из условий прочности и жесткости подобрать размер d поперечного сечения для каждого участка вала, округлив полученное значение в [мм] до ближайшего большего числа из стандартного ряда (см. приложение);
- 3) построить эпюру углов взаимного поворота сечений ϕ .

Модуль упругости при сдвиге $G \approx 8 \cdot 10^4$ МПа. Исходные данные выбираются согласно индивидуальному варианту.

Виды поперечных сечений представлены на рис. 1,б.

Конструктивные особенности узлов соединения участков с различными сечениями не рассматривать.

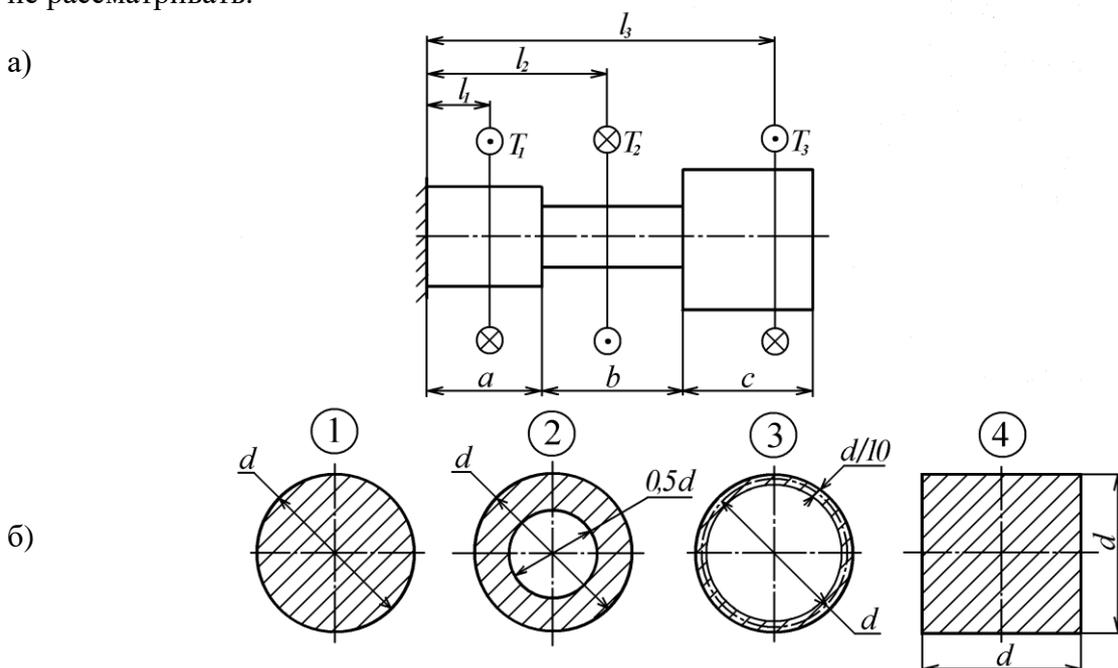


Рис. 1

Задание 2

	<p>Для заданного ступенчатого бруса необходимо:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Построить эпюры нормальных сил, нормальных напряжений и перемещений сечений 2. Определить работу внешних сил и потенциальную энергию деформации
	<p>Для заданного ступенчатого вала, имеющего круглое поперечное сечение, необходимо:</p> <p>Построить эпюры крутящих моментов, касательных напряжений и углов взаимного поворота сечений.</p>
	<p>Для заданной консольной балки необходимо:</p> <p>Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Принять: $F=ql$, $M=ql^2$</p>

Критерии оценки расчетно-графической работы:

«отлично» - выполнены все требования к содержанию и оформлению расчетно-графической работы;

«хорошо» - основные требования к расчетно-графической работе выполнены, но при этом допущены недочеты (имеются неточности в расчетах; не выдержан объем; имеются упущения в оформлении);

«удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований (допущены существенные ошибки в расчетах, приводящие к искажению результата).

«неудовлетворительно» - расчетно-графическая работа не выполнена: правила оформления не соблюдены.

Примеры задач для решения на практических занятиях

№ п/п	Тематика заданий и задач для текущего контроля
1	Чугунная колонна высотой 3 м имеет кольцевое поперечное сечение с наружным диаметром 25 см и внутренним диаметром 20 см. Она нагружена сжимающим усилием 50 кН. Найти напряжение в поперечном сечении колонны и относительную продольную деформацию.
2	Стальная труба диаметром 120 мм, длиной 1,5 м, скручивается моментами, приложенными в её торцевых сечениях. Вычислить значение крутящего момента, при котором угол закручивания равен 0,2 градуса.
3	Определить момент инерции равностороннего треугольника относительно оси X_1 , проведенной через одну из его вершин параллельно противоположной стороне.
4	Сравнить размеры двух равнопрочных сечений (круглое и квадратное) при максимальном допускаемом изгибающем моменте в 10 кНм. Выбрать наиболее

	рациональное.
5	На сколько изменится момент сопротивления сечения при изгибе, если увеличить вдвое диаметр сплошного круглого сечения.
6	Вычислить касательное напряжение при изгибе в центре тяжести сечения, если поперечная сила равна 8кН, а сечение – равносторонний треугольник со стороной 5см.
7	По заданным исходным данным произвести расчёт на прочность, жёсткость стержня под действием ОРС, кручения и изгиба, определить геометрические характеристики плоского сечения.
8	По заданным исходным данным рассчитать перемещения балки или рамы при изгибе.

Критерии оценивания решения задачи

Оценка	Критерий оценки
Отлично	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задача решена рациональным способом.
Хорошо	Составлен правильный алгоритм решения задачи, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ
Удовлетворительно	Задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задача решена не полностью или в общем виде.
Неудовлетворительно	Задача решена неправильно, или задача не решена