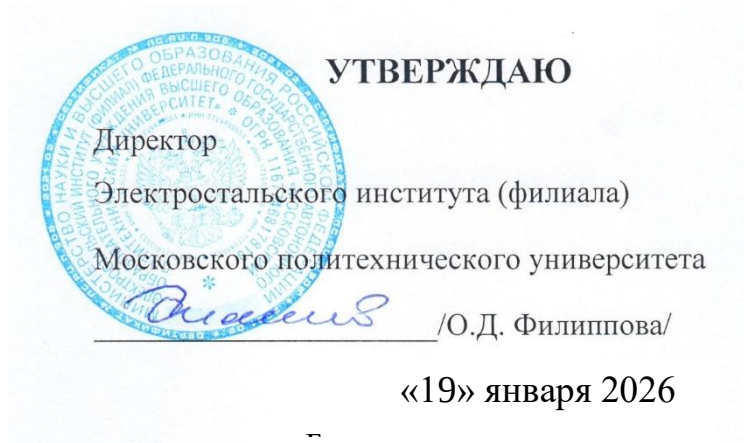


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)**

**/ ЭЛЕКТРОСТАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА /**



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Сопротивление материалов

Направление подготовки/специальность
08.03.01 Строительство

Профиль/специализация
Промышленное и гражданское строительство

Квалификация
Бакалавр

Формы обучения
Очная, очно-заочная

Электросталь, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.т.н.

/О.В. Ракович/

Согласовано:

Заведующий кафедрой

«Промышленное и гражданское строительство»,

к.т.н.

/С.В. Писарев/

Содержание

1	4
2	5
3	5
3.1	5
3.2	6
3.3	7
3.4	8
3.5	9
4	9
4.1	9
4.2	9
4.3	9
4.4	9
4.5	10
4.6	10
5	10
6	11
6.1	11
6.2	12
7	13
7.1	13
7.2	15
7.3	16

1 Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к числу учебных дисциплин, формирующих специальные профессиональные знания по направлению 08.03.01 «Строительство» (направленность «Промышленное и гражданское строительство»).

Цель – формирование у студентов научного мировоззрения, общих представлений о законах механики деформированного твердого тела, а также подготовка к изучению общетехнических и специальных дисциплин.

Основными задачами являются:

- усвоение основных понятий, общих законов, принципов, методов расчета на прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций при различных внешних воздействиях, формирование навыков их практического применения к решению конкретных инженерных задач анализа и синтеза механических систем.

- способствовать приобретению практических навыков работы с прикладными компьютерными программами, с нормативной и справочной литературой.

Обучение по дисциплине «Сопротивление материалов» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции
ОПК – 1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	ИОПК – 1 – 1 Знает: основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов); основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; основные методы проектных и проверочных расчетов изделий. ИОПК – 1 – 2 Умеет: проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости и другим критериям работоспособности; использовать современные программные средства для выполнения расчетов при решении практических задач, связанных с деформациями сложных конструкций. ИОПК – 1 – 3 Владеет: навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела; навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений; навыками самостоятельной работы с литературой и в сети интернет для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях, а также решения теоретических и практических типовых и

		системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.
ОПК-5	способностью участвовать в инженерных изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ИОПК – 5 – 1 Знать: программно-вычислительные комплексы, применяемые при расчете стержневых систем. ИОПК – 5 – 2 Уметь: формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах. ИОПК – 5 – 3 Владеть: навыками анализа получаемых результатов.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательной части/части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Данная дисциплина имеет теоретическую и практическую направленность. Дисциплина читается на втором курсе (IV семестр), после таких дисциплин, как

«Математика»,
«Физика»,
«Инженерная графика»,
«Теоретическая механика».

Соответственно, базируется на отдельных положениях и методах этих дисциплин. Дисциплина «Сопротивление материалов» подготавливает студентов к изучению дисциплин «Строительные машины и оборудование», «Строительные материалы» а также дисциплин профессиональной подготовки бакалавров.

3 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часов).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость (по формам обучения)

3.1.1 Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			3
1	Аудиторные занятия	54	54
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	18	18
1.3	Лабораторные занятия	18	18
2	Самостоятельная работа	90	90
	В том числе:		
2.1	Подготовка к практическим занятиям	40	40

2.2	Решение задач и рассмотрение деловых ситуаций	50	50
3	Промежуточная аттестация		
	Экзамен	-	-
	Итого	144/4	144/4

3.1.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестр
			3
1	Аудиторные занятия	42	42
	В том числе:		
1.1	Лекции	18	18
1.2	Семинарские/практические занятия	12	12
1.3	Лабораторные занятия	12	12
2	Самостоятельная работа	102	102
	В том числе:		
2.1	Подготовка к практическим занятиям	42	42
2.2	Решение задач и рассмотрение деловых ситуаций	60	60
3	Промежуточная аттестация		
	Экзамен	-	-
	Итого	144/4	144/4

3.2 Тематический план изучения дисциплины (по формам обучения)

3.2.1 Очная форма обучения

№ п/ п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самос тоят ельная работ а
			Лек ции	Семинар ские/ практиче ские занятия	Лабор аторн ые заняти я	Практ ическа я подгот овка	
1	Тема 1. Основные положения	13	1	1	1		10
2	Тема 2. Внутренние силовые факторы	13	1	1	1		10
3	Тема 3. Кручение и сдвиг	16	2	2	2		10
4	Тема 4. Понятие о напряженном состоянии	16	2	2	2		10
5	Тема 5. Изгиб	16	2	2	2		10
6	Тема 6. Сложное сопротивление	16	2	2	2		10
7	Тема 7. Расчёт статически неопределимых балок	12	2	2	2		6

8	Тема 8. Расчет конструкций по несущей способности	16	2	2	2		10
9	Тема 9. Устойчивость стержней	10	2	2	2		4
10	Тема 10. Динамическое действие нагрузки. Усталость	16	2	2	2		10
Итого		144	18	18	18	-	90

3.2.2 Очно-заочная форма обучения

№ п/ п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	Тема 1. Основные положения		1	1	1		12
2	Тема 2. Внутренние силовые факторы		1	1	1		10
3	Тема 3. Кручение и сдвиг		2	1	1		10
4	Тема 4. Понятие о напряженном состоянии		2	1	1		10
5	Тема 5. Изгиб		2	2	2		10
6	Тема 6. Сложное сопротивление		2	1	1		10
7	Тема 7. Расчёт статически неопределимых балок		2	1	1		10
8	Тема 8. Расчет конструкций по несущей способности		2	2	2		10
9	Тема 9. Устойчивость стержней		2	1	1		10
10	Тема 10. Динамическое действие нагрузки. Усталость		2	1	1		10
Итого		144	18	12	12	-	102

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные положения

Изучаемые объекты и расчетные схемы. Основные гипотезы. Классификация внешних сил. Внутренние силы. Метод сечений. Виды деформаций стержней. Балки и их опоры. Вычисление опорных реакций.

Тема 2. Внутренние силовые факторы

Напряжение и деформации при растяжении и сжатии. Расчет на прочность и жесткость. Механические характеристики металлов и сплавов. Испытание материалов на растяжение и сжатие. Допускаемые напряжения. Пластичность и хрупкость металлов и сплавов. Построение эпюр ВСФ.

Тема 3. Кручение и сдвиг

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.

Тема 4. Понятие о напряженном состоянии

Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Линейное, плоское и объемное напряженные состояния. Обобщенный закон Гука. Связь между E , ϵ и μ на примере чистого сдвига. Теория предельного состояния. Теории прочности. Расчет по теориям прочности. 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.

Тема 5. Изгиб

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. 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. Метод начальных параметров. Перемещения в балках при изгибе. Интеграл Максвелла-Мора. Способ Верещагина. Расчет на жесткость.

Тема 6. Сложное сопротивление

Совместное действие изгиба и осевого растяжения (сжатия). Уравнение нейтральной линии и условие прочности. Косой изгиб. Уравнение нейтральной линии и условие прочности при косом изгибе. Внецентренное растяжение (сжатие). Ядро сечения. Кручение с изгибом. Условие прочности. Расчет по теориям прочности. Общий случай сложного сопротивления.

Тема 7. Расчёт статически неопределимых балок

Расчёт статически неопределимых балок методом сил. Канонические уравнения. Интеграл Максвелла-Мора. Правило Верещагина. Расчёт статически неопределимых рам методом сил. Интеграл Мора. Правило Верещагина. Расчёт статически неопределимых рам методом сил. Проверка прочности и жесткости.

Тема 8. Расчет конструкций по несущей способности

Основные положения. Диаграмма Прандтля. Растяжение и сжатие стержней. Кручение прямого бруса круглого поперечного сечения. Изгиб балок. Осевой пластический момент сопротивления. Пластический шарнир.

Тема 9. Устойчивость стержней

Основные понятия. Формула Эйлера для критической силы. Устойчивость за пределами упругости. Формула Ясинского. Влияние условий закрепления стержня на величину критической силы. Рациональная форма поперечных сечений.

Тема 10. Динамическое действие нагрузки. Усталость

Ударное действие нагрузки. Динамический коэффициент. Основные понятия усталости. Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий**3.4.1 Семинарские/практические занятия**

1. Решение задач на построение эпюр внутренних усилий
2. Расчеты на прочность заклепочных и сварных соединений. Закон Гука. Зависимость между « G », « E » и « μ » для изотропного тела.
3. Расчет на прочность и жесткость сплошных и полых валов.
4. Решение задач на определение напряжений при различном напряженно-деформированном состоянии тела для различных площадок.
5. Решение задач на определение геометрических характеристик плоских сечений.

6. Решение задач на построение эпюр внутренних усилий при сложных видах сопротивления для статически определимых балок.

7. Определение опасного сечения и опасной точки. Расчет на прочность и жесткость.

3.4.2 Лабораторные занятия

1. Расчет конструкций на прочность по несущей способности.

2. Канонические уравнения метода сил.

3. Вычисление напряжений и перемещений. Расчет на прочность и жесткость.

4. Расчет стержня на устойчивость.

5. Расчет внутренних усилий и напряжений при динамическом действии нагрузок.

6. Расчет на прочность при переменных напряжениях.

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ) не предусмотрено

4 Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

4.2 Основная литература

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.

4.3 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, 2005 – 368с.

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

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

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

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

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

4.4 Электронные образовательные ресурсы

1. Образовательная платформа ЮРАЙТ <https://urait.ru/education-groups/professor>

2. «Библиотека Московского Политеха» (<http://lib.mami.ru/ebooks/>)

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

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Операционная система Windows 7 DreamSpark № 9d0e9d49-31d1-494a-b303-612508131616 Офисные приложения, Microsoft Office 2013 (или ниже) – Microsoft Open License. Лицен-зия № 61984042
2. Microsoft Project 2013 Standart 32- bit/x64 Russian.
3. Turbo C++ (свободная лицензия) Turbo Pascal 7.1 (свободная лицензия)
4. VBA 7.0 (свободная лицензия)
5. Delphi 7.0 (бесплатно для образовательных целей)
6. Linux Ubuntu (свободная лицензия)
7. Arduino 1.6.5 (свободная лицензия)
8. Антивирусное ПО Avast (бесплатная версия)
9. MySQL (свободная лицензия)

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.garant.ru – Электронный правовой справочник «Гарант»;
2. www.e.lanbook.com Электронно-библиотечная система «Лань»
3. Консорциум КОДЕКС. Техэксперт. Студенту и преподавателю. <https://vuz.cntd.ru/>

5 Материально-техническое обеспечение

Наименование дисциплины (модуля), практик в соответствии с учебным планом	Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
Сопротивление материалов	Учебная аудитория лекционного типа № 501. 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 № 222. Учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	Комплект мебели
	Компьютерный класс № 405.	Комплект мебели, компьютеры, экран, проектор.

	Учебно-лабораторный корпус, 144000, Московская область, г.Электросталь, ул.Первомайская, д.7	
--	--	--

6 Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

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 тех 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 категориальный 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 лекциях 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.

6.2 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 применение 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;
- презентация работы.

7 Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Теоретическая механика					
ФГОС ВО 08.03.01 Строительство					
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие компетенции:					
Компетенции		Перечень компонентов	Технология формирования компетенций	Форма оценочного средства	Разделы дисциплины. (Степени уровней освоения компетенций)
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	Способен	ИОПК-1-1 Знать:	лекция,	К/Р,	Раздел 3

	решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата	основные модели механики и границы их применения (модели материала, формы, сил, отказов); основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций; основные методы проектных и проверочных расчетов изделий. ИОПК-1-2 Уметь: проектировать и конструировать типовые элементы машин, выполнять их оценку по прочности и жесткости, и другим критериям работоспособности; использовать современные программные средства для выполнения расчетов при решении практических задач, связанных с деформациями сложных конструкций. ИОПК-1-3 Владеть: навыками проведения расчетов по теории механизмов и механике деформируемого тела; навыками оформления результатов исследований и принятия соответствующих решений; навыками самостоятельной работы с литературой и в сети интернет для поиска информации об отдельных определениях, понятиях и терминах, объяснения их применения в практических ситуациях, а также решения теоретических и практических типовых и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью.	самостоятельная работа, практические занятия	РГР, Т, РЗЗ, экзамен	Базовый уровень: - выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Повышенный уровень: - студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, предъявляемые к данной компетенции, применяет их в ситуациях повышенной сложности
ОПК-5	Способен участвовать в инженерных	ИОПК-5-1 Знать: программно-вычислительные комплексы, применяемые	лекции, самостоятельная	К/Р, РГР, Т,	Базовый уровень: - выполнены все виды учебной

	изысканиях, необходимых для строительства и реконструкции объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства	при расчете стержневых систем. ИОПК-5-2 Уметь: формировать расчетные схемы в программно-вычислительных комплексах. ИОПК-5-3 Владеть: навыками анализа получаемых результатов.	работа, практические занятия.	РЗЗ, экзамен	работы, предусмотренные учебным планом. Повышенный уровень: - студент оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, предъявляемые к данной компетенции, применяет их в ситуациях повышенной сложности
--	--	---	-------------------------------	--------------	--

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1.	Контрольная работа (К/Р)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий
2.	Расчетно-графическая работа (РГР)	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы

3.	Разноуровневые задачи и задания (Р33)	Различают задачи и задания: а) репродуктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать знание фактического материала (базовые понятия, алгоритмы, факты) и умение правильно использовать специальные термины и понятия, узнавание объектов изучения в рамках определенного раздела дисциплины; б) реконструктивного уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения синтезировать, анализировать, обобщать фактический и теоретический материал с формулированием конкретных выводов, установлением причинно-следственных связей; в) творческого уровня, позволяющие оценивать и диагностировать умения, интегрировать знания различных областей, аргументировать собственную точку зрения.	Комплект разноуровневых задач и заданий
4.	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий
5.	Экзамен	Итоговая форма оценки знаний. В высших учебных заведениях проводятся во время экзаменационных сессий.	Вопросы к экзамену

7.3 Оценочные средства

7.3.1 Текущий контроль

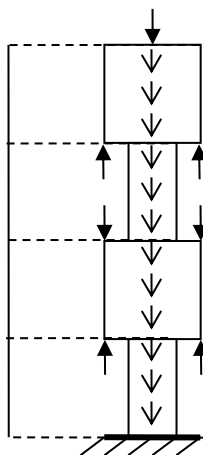
Примерная тематика и содержание контрольных работ.
формирование компетенций ОПК -1; ОПК-5

Контрольная работа № 1

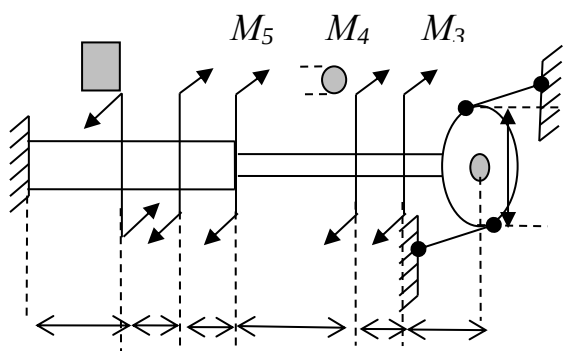
Задача 1. При центральном растяжении-сжатии бруса:

1. Построить эпюры продольной силы N ; нормальных напряжений σ ; продольных перемещений u . 2.

Определить площадь сечений из расчета на прочность и жесткость при допускаемом напряжении $[\sigma]=100$ МПа и допускаемом удлинении бруса $[\Delta l]=3 \cdot 10^{-2}$ м. Модуль упругости участкам $E=2 \cdot 10^5$ МПа, площадь сечений A и $2A$. По всей длине бруса действует распределенная нагрузка интенсивностью $q_i=q_0 A_i / A$,

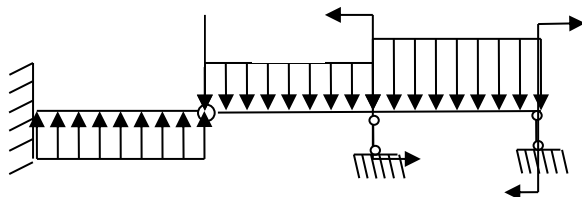


Задача 2. Расчёт статически неопределимого вала на кручение.



- 1) Раскрыть статическую неопределимость: а) составить уравнение равновесия; б) составить уравнение совместности деформаций в усилиях; в) решить полученную систему уравнений. 2) Построить эпюру крутящего момента. 3) Определить размеры поперечных сечений из расчётов на прочность и жёсткость. 4) Построить эпюру угла закручивания поперечных сечений. Принять $b=d$, $[\tau]=70$ МПа, $[\Theta]=1$ град/м, $G=0,8 \cdot 10^5$ МПа, $E=2 \cdot 10^5$ МПа

Задача 3. В статически неопределимой балке: Подобрать размеры из расчета по нормальным напряжениям для: а) прямоугольного сечения ($h/b=2$); б) круглого; кольцевого ($d_v/d_n=0,8$); двутаврового. 2. Проверить

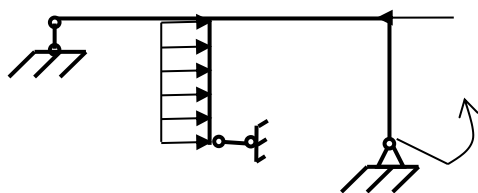


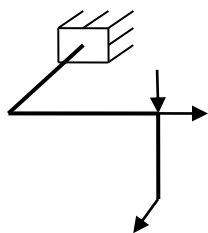
прочность по касательным напряжениям. 3. Построить изогнутую ось балки, имеющей двутавровое сечение, по трем-четырем точкам, не считая опорные. Для сечений а), б): $[\sigma]=14$ МПа, $[\tau]=8$ МПа; в), г): $[\sigma]=160$ МПа, $[\tau]=100$ МПа;

Примечание. Статическую неопределимость раскрыть, используя уравнение начальных параметров.

Контрольная работа №2.

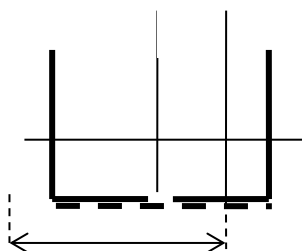
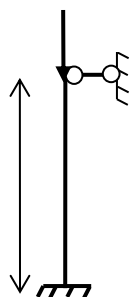
Задача 1. Для заданной статически неопределимой рамы методом сил раскрыть статическую неопределимость и построить эпюру изгибающих моментов. Сделать деформационную проверку.





Задача 2. В пространственной раме из стали $[\sigma] = 160$ МПа стержень у заделки – прямоугольного сечения с размерами h и b , остальные – круглого сечения диаметром d .

Требуется: 1. Построить эпюры нормальных сил N , крутящих моментов M_k , изгибающих моментов M_x , M_y . 2. Подобрать размеры указанных форм поперечных сечений на каждом участке. 3. Определить положение нейтральной оси в опасном прямоугольном сечении.



Задача 3. Для сжатой стойки с заданной схемой закрепления и поперечного сечения подобрать стандартные профили, определить расстояние между элементами сечения, обеспечивающее равную устойчивость стойки относительно осей ox , oy .

Критерии оценки контрольной работы

Оценка	Критерий оценки
Отлично	полное, правильное выполнение заданий с отдельными недочётами; выполнение от 90% и более.
Хорошо	правильное выполнение заданий с незначительным количеством ошибок; выполнение более 75% менее 90 %.
Удовлетворительно	выполнение основной части заданий с ошибкам; выполнение более 50% менее 75 %.
Неудовлетворительно	частичное выполнение заданий (менее половины); допущение значительного количества ошибок; выполнение менее 50%.

Примеры задач для решения на практических занятиях

формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

№ п/п	№ темы	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.

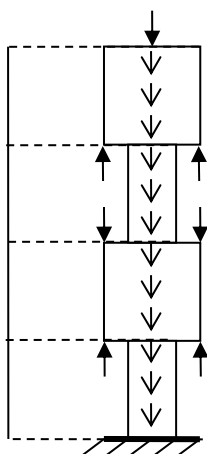
Критерии оценивания решения задачи

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

Примерная тематика и содержание расчетно-графических работ.

формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

РГР №1. Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Центральное растяжение и сжатие стержней.



Задача 1. При центральном растяжении-сжатии бруса (рис.1):

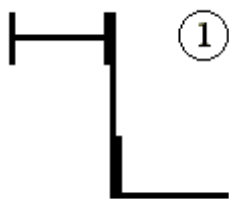
1. Построить эпюры продольной силы N ; нормальных напряжений σ ; продольных перемещений u .

2. Проверить жесткость бруса при допуске удлинения $[\Delta l] = 3 \cdot 10^{-2}$ м. Плотность материала $\rho = 8 \cdot 10^5$ кг/м³, модули упругости по участкам $E_1 = 2,2 \cdot 10^5$ МПа, $E_2 = 1,8 \cdot 10^5$ МПа, $E_3 = 1,6 \cdot 10^5$ МПа, $E_4 = 2,1 \cdot 10^5$ МПа, площадь сечений A и $2A$

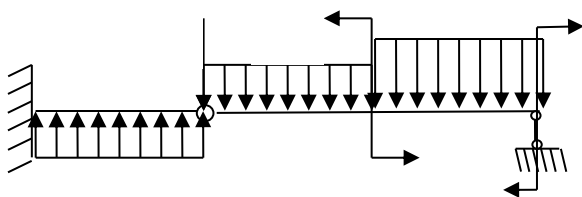
Задача №2. Геометрические характеристики поперечных сечений.

Задано поперечное сечение стержня, состоящее из трех элементов

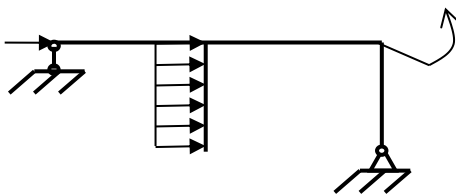
1. Вычислить: а) общую площадь A ; б) координаты центра тяжести x_c, y_c ; в) осевые и центробежные моменты инерции J_x, J_y, J_{xy} относительно произвольных осей, проведенных через центр тяжести; г) значения главных моментов инерции $J_{\max}, J_{\min}$; д) углы наклона главных осей инерции α_1, α_2 ; е) значения главных радиусов инерции $i_{\max}, i_{\min}$. 2. Вычертить сечение в масштабе 1:2 с указанием всех размеров, осей, углов, используемых в расчётах или найденных в ходе вычислений.

**РГР №2. Расчет балок на прочность и жесткость.**

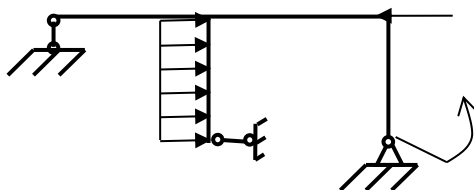
Задача 1. В статически определимой балке (рис.3, таблица 3) : 1) подобрать размеры из расчета по нормальным напряжениям для прямоугольного ($h/b=2, [\sigma]=14 \text{ МПа}, [\tau]=8 \text{ МПа}$); круглого ($[\sigma]=14 \text{ МПа}, [\tau]=8 \text{ МПа}$); кольцевого ($d_b/d_n=0,8, [\sigma]=160, [\tau]=100 \text{ МПа}$); двутаврового ($[\sigma]=160 \text{ МПа}, [\tau]=100 \text{ МПа}$) и составного ($[\sigma]=100 \text{ МПа}, [\tau]=60 \text{ МПа}$) сечения (таблица 4, рис.4.); 2) проверить прочность по касательным напряжениям; 3) построить изогнутую ось баки и проверить жесткость балки.

**РГР №3. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах. Расчет статически неопределимых систем методом сил.**

Задача 1 Для заданной рамы подобрать номер двутавра ($[\sigma]=160 \text{ МПа}, E=2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$) и размеры прямоугольного сечения (дерево, $h/b=2, [\sigma]=10 \text{ МПа}, E=0,18 \cdot 10^5 \text{ МПа}$), определить горизонтальное перемещение точки А и угловое перемещение точки В.

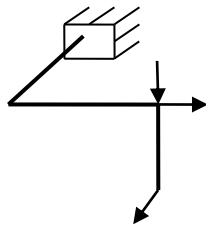


Задача 2. Для заданной статически неопределимой рамы методом сил раскрыть статическую неопределимость и построить эпюру изгибающих моментов.



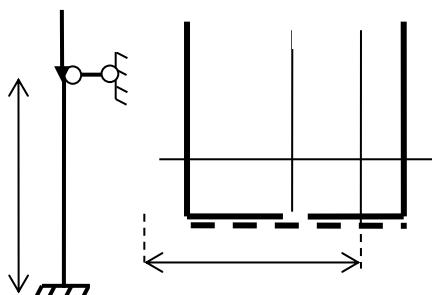
РГР №4. Сложное сопротивление стержней. Устойчивость стержней.

Задача 1. В пространственной раме из стали $[\sigma] = 160$ МПа стержень у заделки – прямоугольного сечения с размерами h и b , остальные – круглого сечения диаметром d .



Требуется: 1. Построить эпюры нормальных сил N , крутящих моментов M_k , изгибающих моментов M_x, M_y . 2. Подобрать размеры указанных форм поперечных сечений на каждом участке. 3. Определить положение нейтральной оси в опасном прямоугольном сечении.

Задача 2. Для сжатой стойки с заданной схемой закрепления и поперечного сечения подобрать стандартные профили, определить расстояние между элементами сечения, обеспечивающее равную устойчивость стойки относительно осей ox, oy .



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);

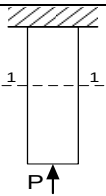
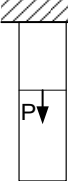
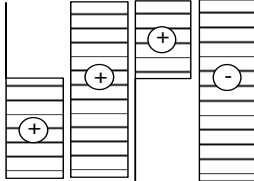
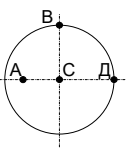
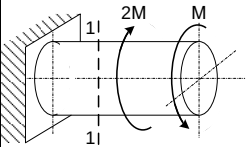
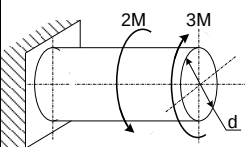
«удовлетворительно» - имеются существенные отступления от требований (допущены существенные ошибки в расчетах, приводящие к искажению результата).

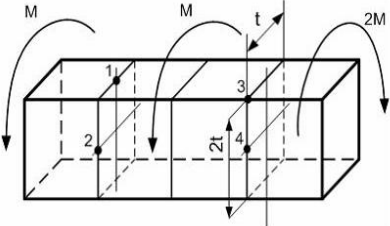
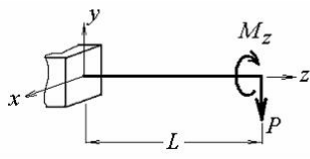
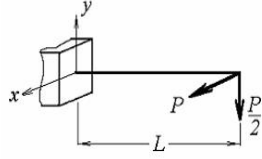
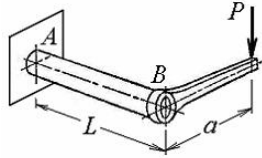
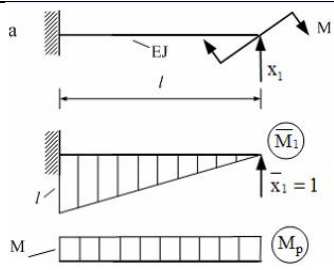
«неудовлетворительно» - расчетно-графическая работа не выполнена: правила оформления не соблюдены.

Тест

формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

№ п/п	Вопросы	Варианты ответов
Тест. Основные понятия		
1	Способность конструкции сопротивляться разрушению под действием внешних нагрузок	1) жесткость 2) прочность 3) устойчивость 4) долговечность
2	Реальный объект, освобождённый от несущественных особенностей, не влияющих	1) оболочка 2) расчетная схема 3) брус

	заметным образом на работу системы в целом	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. 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 напряжение будет равно	1) 60 МПа 2) 40 МПа 3) 80 МПа 4) 90 МПа
7	 Для стержня, схема которого изображена на рисунке, деформации, возникающие в сечении 1-1, будут...	1) растягивающими 2) сжимающими 3) растягивающими и сжимающими 4) равными нулю
8	 Для стержня, схема которого изображена на рисунке, эпюра «N» будет иметь вид:	
Тест. 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	 Стержень скручивается, максимальные касательные напряжения действуют в точках...	1) A, C 2) C, D 3) B, D 4) B, C
11	 Для вала, схема которого изображена на рисунке, в сечении 1-1 крутящий момент по модулю равен...	1) M 2) 2M 3) 3M 4) 4M
12	 Если известно $[\tau]$ для заданного вала, то из расчета на прочность $[M] \leq \dots$	1) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{16}$ 2) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{32}$ 3) $\frac{\pi d^3 [\tau]}{48}$ 4) $\frac{d^3 [\tau]}{16\pi}$
Тест. Сложное сопротивление		

13	 Максимальное касательное напряжение действует в точке ... и определяется по формуле ...	точка 1, $\frac{Mt}{J_p}$ точка 3, $\frac{2M}{W_p}$ точка 2, $\frac{2Mt}{J_p}$ точка 4, $\frac{2M}{W_k}$
14	Стержень круглого сечения с осевым моментом сопротивления W_x нагружен на свободном конце усилием P и моментом M_z. Условие прочности по критерию максимальных касательных напряжений имеет вид... 	$\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \geq [\sigma]$ $\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + M_z^2} \leq [\sigma]$ $\frac{PL + M_z}{W_x} \leq [\sigma]$ $\frac{1}{W_x} \sqrt{(PL)^2 + 0,75M_z^2} \leq [\sigma]$
15	Балка прямоугольного сечения с моментами сопротивления W_x и W_y нагружена усилиями P и $\frac{P}{2}$. Условие прочности при допускаемом напряжении $[\sigma]$ имеет вид... 	$\sqrt{\left(\frac{PL}{W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{2W_y}\right)^2} \leq [\sigma]$ $\sqrt{\left(\frac{PL}{2W_x}\right)^2 + \left(\frac{PL}{W_y}\right)^2} \leq [\sigma]$ $\frac{PL}{W_x} + \frac{PL}{2W_y} \leq [\sigma]$ $\frac{PL}{2W_x} + \frac{PL}{W_y} \leq [\sigma]$
16	Для стержня AB (см. рисунок), видом сложного сопротивления является... 	общий случай сложного сопротивления внецентренное растяжение косой изгиб изгиб с кручением
Тест. Статически неопределимые системы		
17	 Значения δ_{11} и Δ_{1p} канонического уравнения $\delta_{11}x_1 + \Delta_{1p} = 0$, составленного для эквивалентной системы (а), равны ...	$\frac{Ml^3}{2EJ}, \frac{l^2}{2EJ}$ $\frac{Ml^2}{EJ}, 0$ $0, \frac{Ml^3}{3EJ}$ $\frac{l^3}{3EJ}, -\frac{Ml^2}{2EJ}$

18	Статически неопределимой является система ... (... раз неопределима).	2, (4) 1, (3) 3, (2) 4, (1)
19	Коэффициенты канонических уравнений метода сил δ_{ik} и δ_{ki} обладают следующим свойством...	$\delta_{ik} \neq \delta_{ki}$ $\delta_{ik} < 0$, если $i = k$ $\delta_{ik} = \delta_{ki}$ $\delta_{ik} = -\delta_{ki}$
Тест. Устойчивость		
20	Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня применима, если критическое напряжение $\sigma_{кр}$...	превышает предел текучести превышает предел пропорциональности равно пределу текучести не превышает предел пропорциональности
21	Приведенная на рисунке форма потери устойчивости сжатого стержня соответствует способу закрепления стержня, показанному на схеме ...	
22	Стержень с шарнирно опертыми концами длиной $l = 1,8$ м сжат силой P. Зависимость критического напряжения от гибкости λ для стали Ст. 3 приведена на рисунке. Поперечное сечение стержня представляет собой швеллер №22, радиусы инерции которого $i_x = 8,89$ см, $i_y = 2,37$ см. Критическое напряжение для стержня равно...	212 МПа 240 МПа 200 МПа 224 МПа

Критерии оценки:

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.

7.3.2 Промежуточная аттестация

Контрольные вопросы и задания для проведения промежуточной аттестации формирование компетенций ОПК – 1; ОПК-5

№ п/п	Экзамен
1.	Наука о сопротивлении материалов. Основные понятия.
2.	Основные гипотезы о деформируемом теле, упругость и пластичность.
3.	Внутренние силовые факторы. Типы деформаций
4.	Напряжения при различных типах деформаций.
5.	Метод сечений.
6.	Механические характеристики материалов.
7.	Испытание материалов на растяжение и сжатие.
8.	Принципы установления допускаемых напряжений. Коэффициент запаса.
9.	Пластичность и хрупкость металлов и сплавов.
10.	Построение эпюр.
11.	Чистый сдвиг.
12.	Кручение.
13.	Напряжения и деформации при кручении
14.	Условия прочности и жесткости при кручении.
15.	Построение эпюр ВСФ при кручении.
16.	Понятие о напряженном состоянии.
17.	Виды напряженного состояния.
18.	Обобщенный закон Гука.
19.	Теория предельного состояния.
20.	Теории прочности.
21.	Изгиб прямого бруса. Виды изгибов: прямой, чистый и поперечный изгибы.
22.	Прогибы и углы поворота при изгибе.
23.	Дифференциальные зависимости при изгибе.
24.	Правила проверки эпюр.
25.	Построение эпюр поперечных сил и моментов при изгибе.
26.	Опасные сечения при изгибе. Расчетные формулы.
27.	Интеграл Максвелла-Мора.
28.	Правило Верещагина.
29.	Сложное сопротивление.
30.	Уравнение нейтральной линии и условие прочности.
31.	Кручение с изгибом.
32.	Устойчивость сжатых стержней. Влияние способа закрепления балок.
33.	Формула Эйлера для определения критической силы.
34.	Критические напряжения. Гибкость стержней. Зависимость Ясинского.
35.	Усталость. Основные понятия.
36.	Предел выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости.
37.	Расчет на прочность при переменных напряжениях.