



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический
университет» (БГТУ)**

Учебно-научный институт транспорта

Кафедра «Подъемно-транспортные машины и оборудование»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор по учебной
работе и цифровизации

_____ В.А. Шкаберин

«21» апреля 2022 г.

Рабочая программа учебной дисциплины

СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

по направлению подготовки: 15.03.03

«Прикладная механика»

профиль «Нефтегазовое оборудование и надежность машин»

квалификация выпускника: бакалавр

форма обучения: очная

(для набора с 2020 г.)

Брянск 2022

Рабочая программа учебной дисциплины «Сопротивление материалов» для направления подготовки 15.03.03 «Прикладная механика», профиля «Нефтегазовое оборудование и надежность машин».

Разработал:

д.т.н., профессор	_____	/ В.И. Сакало
(должность, ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(И.О. Фамилия)

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
от 30.03.2022 г., протокол № 3

Заведующий кафедрой «ПТМиО»

кандидат технических наук	_____	/ К.А. Гончаров/
(ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(И.О. Фамилия)

Заведующий выпускающей кафедрой «ТТС»

доктор технических наук, доц.	_____	/ М.Г. Шалыгин
(ученая степень, ученое звание)	(подпись)	(И.О. Фамилия)

© [Сакало В.И.]

© ФГБОУ ВО «Брянский
государственный технический
университет»

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ФГОС.....	5
3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	5
4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.....	6
5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	7
5.1. Структура дисциплины.....	7
5.2. Распределение формируемых компетенций по разделам (темам) дисциплины.....	8
5.3. Лекции	9
5.4. Лабораторные работы	12
5.5. Практические занятия	12
5.6. Самостоятельная работа обучающихся	15
5.7. Организация текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	19
6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	19
7. РЕАЛИЗАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОННОГО ОБУЧЕНИЯ И (ИЛИ) ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	20
8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	20
8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся	20
8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	21
8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при изучении дисциплины	23
8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и (или) информационных справочных систем	23
9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....	23
10. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ.....	24

11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....	25
11.1. Методические материалы для педагогических работников	25
11.2. Методические материалы для обучающихся	27
12. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ	27
12.1. Виды и средства оценивания результатов освоения дисциплины.....	27
12.2. Шкала оценивания при текущем контроле успеваемости	28
12.3. Шкала оценивания при промежуточной аттестации обучающихся	29
12.4. Оценивание окончательных результатов обучения по дисциплине.....	30
12.5. Характеристика результатов обучения	30
12.6. Контрольно-измерительные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся	31
13. ВОСПИТАТЕЛЬНАЯ РАБОТА	31

Предисловие

Сопротивление материалов – учебная дисциплина, в которой излагаются основы инженерных методов расчетов на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность. Она лежит в основе цикла наук, занимающихся разработкой методов анализа напряженно-деформированного состояния несущих элементов конструкций и деталей машин, сопротивления материалов статическим и переменным нагрузкам, оценки прочности материалов: строительной механики, теории упругости, теории пластичности, теории ползучести, механики разрушения.

1. Цели освоения дисциплины

- обучение студентов методам расчетов простейших конструкций и деталей машин, для которых могут использоваться расчетные схемы стержня, стержневой системы, тонкостенной оболочки вращения, толстостенного цилиндра на прочность, жесткость и долговечность;
- обучение студентов методике расчетов на устойчивость простейших конструкций, для которых могут использоваться расчетные схемы стержня;
- обучение студентов методам испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Сопротивление материалов» входит в базовую часть учебного цикла основных образовательных программ 15.03.03 «Прикладная механика».

Теоретическую базу дисциплины составляют компетенции, полученные при изучении дисциплин: «Математика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Теоретическая механика», «Физика».

Знания, полученные при освоении дисциплины, используются при изучении следующих дисциплин базовой и вариативной части профессионального цикла:

- «Детали машин и основы конструирования»;
- «Аналитическая динамика и теория колебаний»;
- «Теория упругости»;
- «Строительная механика машин»;
- «Динамика механизмов и машин»;

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

Компетенции и требования к освоению дисциплины

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
ОК-7	<i>способностью к самоорганизации и самообразованию</i>	ЗНАТЬ, как проводить оценку своей деятельности по схеме цель-средства-результат, прилагать полученные знания к жизненным проблемам и вызовам; УМЕТЬ использовать полученные знания для решения практических задач; анализировать личностно значимые проблемы; оценивать уровень собственных знаний и определять потребность в дальнейшем обучении; ВЛАДЕТЬ ориентированием на определенные профессиональные роли и иметь профессиональные предпочтения.
ОПК-2	<i>способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики</i>	ЗНАТЬ проблематику исследований естественнонаучных дисциплин и математики; УМЕТЬ отметить практическую ценность исследований естественнонаучных дисциплин и математики; ВЛАДЕТЬ актуальными методами применения исследований естественнонаучных дисциплин и математики.
ОПК-3	<i>способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат</i>	ЗНАТЬ основные направления и проблематику формулирования цели и задач исследования, выявления приоритетов решения задач, выбора и создания критериев оценки; УМЕТЬ отметить практическую ценность определенных цели и задач исследования, приоритетов решения задач, критериев оценки; ВЛАДЕТЬ навыками выражения и обоснования собственной позиции формулировки цели и задач исследования, выявленных приоритетов решения задач, выбранных и созданных критериев оценки.
ОПК-4	<i>способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности</i>	ЗНАТЬ основные направления и проблематику постановки целей и задач исследования, выявления приоритетов решения задач, выбора и создания критериев оценки; УМЕТЬ учитывать современные тенденции развития техники и технологий при постановки цели и задач исследования; ВЛАДЕТЬ актуальными методами применения современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.
ОПК-5	<i>умением обрабатывать и</i>	ЗНАТЬ основные направления и проблема-

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
	<i>представлять данные экспериментальных исследований</i>	<p>тику современных методов экспериментальных исследований;</p> <p>УМЕТЬ отметить практическую ценность современных методов экспериментальных исследований;</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыками выражения и обоснования собственной позиции применения современных методов исследования, оценки и представления результатов выполненной работы.</p>
ОПК-6	<i>умение собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии</i>	<p>ЗНАТЬ проблематику сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования;</p> <p>УМЕТЬ отметить практическую ценность сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования;</p> <p>ВЛАДЕТЬ проблематикой сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования.</p>
ПК-1	<i>способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат</i>	<p>ЗНАТЬ основные уравнения дисциплины;</p> <p>УМЕТЬ применять физико-математический аппарат для решения профессиональных задач;</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыками применения соответствующего физико-математического аппарата для решения научно-технических проблем.</p>
ПК-2	<i>способностью применять физико-математический аппарат, теоретические, расчетные и экспериментальные методы исследований, методы математического и компьютерного моделирования в процессе профессиональной деятельности</i>	<p>ЗНАТЬ современные методы исследований и моделирования; структуру испытательных комплексов;</p> <p>УМЕТЬ выполнять теоретические, расчетные и экспериментальные исследования, пользоваться измерительными и регистрирующими приборами, машинами, стендами;</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыками выбора рациональных методов исследования.</p>
ПК-3	<i>готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью</i>	<p>ЗНАТЬ классические и технические теории и методы прикладной механики;</p> <p>УМЕТЬ строить физико-механические, математические и компьютерные модели задач прикладной механики;</p> <p>ВЛАДЕТЬ навыками решения задач в области прикладной механики на основе классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей.</p>

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
	<i>адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям</i>	
ПК-4	<i>готовность выполнять научно-исследовательские работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний</i>	ЗНАТЬ современные вычислительные методы; УМЕТЬ корректно применять современные вычислительные методы и наукоемкие компьютерные технологии; ВЛАДЕТЬ навыками анализа корректности, достоверности и точности получаемых решений.
ПК-5	<i>способность составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации</i>	ЗНАТЬ методы обработки и анализа результатов, полученных в процессе научно-экспериментальных исследований; УМЕТЬ обрабатывать и аппроксимировать экспериментальные данные, применяя вычислительные методы и ЭВМ; ВЛАДЕТЬ навыками подготовки и составления отчетов.
ПК-6	<i>способность применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати</i>	ЗНАТЬ основные программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности; УМЕТЬ использовать программные средства компьютерной графики и визуализации результатов при оформлении отчетов и презентаций; ВЛАДЕТЬ навыками применения соответствующих программных средств компьютерной графики и визуализации результатов для оформления отчетов и презентаций.
ПК-9	<i>готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний</i>	ЗНАТЬ основные принципы работы наукоемкого экспериментального оборудования; УМЕТЬ отметить практическую ценность современных методов экспериментальных исследований; ВЛАДЕТЬ навыками использования наукоемкого экспериментального оборудования

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Результаты освоения
		для проведения механических испытаний.
ПК-12	<i>готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин</i>	ЗНАТЬ классификацию механизмов, узлов и деталей машин и конструкций; требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие факторы; УМЕТЬ определять нагрузки, составлять расчетные модели, соответствующие условиям работы конкретных машин и конструкций; ВЛАДЕТЬ навыками инженерных расчетов типовых деталей и узлов машин и конструкций.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
		III	IV
Аудиторные занятия (всего)	136	68	68
В том числе:			
Лекции (Л)	68	34	34
Лабораторные работы (ЛР)	34	17	17
Практические занятия (ПЗ)	34	17	17
Самостоятельная работа (СРС) (всего)	116	76	49
В том числе:			
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графическая работа	40	20	20
Подготовка к лекциям, практическим занятиям и лабораторным работам	8	4	4
Изучение рекомендованной литературы	8	4	4
Самоподготовка	6	3	3
- зачет	9	9	-
- экзамен	27	-	27
Общая трудоемкость: 252 часа, 7 зачетных единиц	252	108	144

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Содержание разделов дисциплины (табл.2)

Таблица 2

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
-------	---------------------------------	--------------------

III семестр		
1	Введение в сопротивление материалов. Внутренние усилия. Метод сечений	Основные понятия сопротивления материалов. Предметы и задачи курса. Внешние нагрузки и расчетная схема. Внутренние усилия в поперечных сечениях бруса. Метод сечений.
2	Растяжение-сжатие стержня	Растяжение - сжатие бруса. Три стороны задачи. Распределение напряжений в поперечном сечении бруса. Концентрация напряжений при растяжении бруса. Удлинение бруса при растяжении и сжатии. Статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали. Диаграммы растяжения различных материалов и их характерные параметры. Понятие о текучести, наклепе материалов. Основные характеристики прочности и пластичности. Диаграммы сжатия. Влияние физико-механических факторов на характеристики прочности и пластичности. Инженерные методы расчета на прочность. Условия прочности и жесткости при растяжении. Расчет по допускаемым напряжениям
3	Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояний	Испытания при статическом растяжении и сжатии. Образцы материалов для испытания на растяжение и сжатие. Машины для испытаний. Электротензометрический метод. Устройство тензорезистора. Мостовая измерительная схема
4	Сдвиг. Кручение	Чистый сдвиг. Закон Гука при чистом сдвиге. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Напряжения, угол закручивания. Анализ напряженного состояния при кручении. Характер разрушения валов из различных материалов при кручении. Напряжения в брус с прямоугольным поперечным сечением. Кручение тонкостенных стержней с открытым и замкнутым контуром поперечного сечения. Расчеты на прочность и жесткость при кручении. Расчет цилиндрических пружин с малым шагом витка
5	Геометрические характеристики плоских сечений	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней. Статические моменты площади, центр тяжести, моменты инерции простейших фигур. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей координат и при повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции. Порядок определения главных центральных моментов инерции
6	Прямой поперечный изгиб	Чистый изгиб бруса. Три стороны задачи. Закон распределения нормальных напряжений в поперечном сечении бруса при чистом изгибе. Кривизна упругой линии бруса. Поперечный изгиб стержня. Касательные напряжения. Формула Журавского. Касательные напряжения в тонкостенных балках. Понятие о центре изгиба. Рациональные формы поперечных сечений стержней при изгибе. Перемещения сечений балок. Метод начальных параметров. Расчет балок на прочность и жесткость

7	Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие	Сложное сопротивление бруса. Неплоский и косой изгиб. Определение положения нейтральной линии, эпюры суммарных напряжений. Внецентренное растяжение, понятие о ядре сечения
8	Брус большой кривизны	Брус большой кривизны. Три стороны задачи. Нейтральный слой. Эксцентриситет нейтрального слоя. Приближенная формула для определения положения нейтрального слоя. Напряжения в поперечном сечении бруса
9	Перемещения в стержневых системах	Энергетический метод определения перемещений сечений стержневых систем. Потенциальная энергия деформации стержневой системы. Теорема Кастильяно. Теоремы Бетти и Максвелла о взаимности работ и перемещений. Интегралы Мора. Формулы для «умножения» эпюр по способу Верещагина. Формула перемножения трапеций, примеры. Перемещения сечений стержня, вызванные температурным полем
IV семестр		
10	Расчет статически неопределимых систем	Расчет статически неопределимых стержневых систем. Степень статической неопределимости. «Лишние» неизвестные. Необходимые и дополнительные связи. Метод сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Использование симметрии системы при раскрытии статической неопределимости. Особенности расчета плоско-пространственных систем
11	Основы теории напряженного и деформированного состояния	Напряженное состояние в точке твердого тела. Напряжение на наклонных площадках. Тензор напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Типы напряженных состояний. Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи. Анализ деформированного состояния в точке твердого тела. Аналогия между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация. Теории предельных напряженных состояний. Критерии прочности
12	Толстостенные трубы и тонкие осесимметричные оболочки	Перемещения и напряжения в толстостенном полой цилиндре. Частные случаи нагружения толстостенного цилиндра. Напряжения в составных цилиндрах. Безмоментная теория расчета оболочек вращения. Уравнения Лапласа. Уравнения равновесия отсеченной части оболочки. Приближенные методы расчета прочности и оболочек вращения при осесимметричном нагружении
13	Динамическое действие нагрузок	Динамические нагрузки. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций при неравномерном поступательном и равномерном вращательном движениях. Удар. Расчетная модель и основные допущения. Определение напряжений и перемещений при ударе. Коэффициент динамики. Коэффициент приведения массы стержня. Свободные колебания стержневых систем с одной степенью свободы. Частота собственных колебаний. Вынужденные колебания системы. Расчеты на вибропрочность
14	Расчеты на прочность при регулярных режимах переменных напряжений	Циклы напряжений. Расчеты по несущей способности при регулярных режимах переменных напряжений. Усталость и выносливость материалов. Предел выносливости. Природа усталостного разрушения. Факторы, влияющие на усталостную прочность материала. Коэффициент запаса

		при циклически меняющихся напряжениях. Расчет вала на прочность с учетом переменных напряжений. Конструктивные и технологические меры повышения предела выносливости деталей машин. Понятие о малоцикловой усталости материалов
15	Устойчивость продольно сжатых стержней	Понятие об устойчивости сжатых стержней. Формула Эйлера для критической силы сжатого стержня. Влияние способа закрепления стержня на величину критической силы. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Диаграмма критических напряжений для сжатого стержня. Формула Ясинского. Расчеты продольно сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемых напряжений φ . Продольно-поперечный изгиб. Приближенное решение задачи
16	Расчет стержневых систем, материалы стержней которых деформируются упругопластически	Диаграммы деформирования материалов. Способы аппроксимации диаграмм деформирования. Расчет систем, стержни которых работают на растяжение-сжатие. Упругопластический изгиб бруса. Расчет балок по предельному состоянию

5.2. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами (табл.3)

Таблица 3

Наименование последующих дисциплин	Номера разделов дисциплины сопротивления материалов, необходимых для изучения последующих дисциплин															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Детали машин и основы конструирования	+	+		+	+	+	+	+	+		+		+	+	+	
Аналитическая динамика и теория колебаний													+			
Теория упругости		+		+		+	+	+			+	+				
Строительная механика машин	+	+		+	+	+	+		+	+	+				+	
Динамика механизмов и машин													+	+		

5.3. Разделы дисциплины и виды занятий (в часах) (табл.4)

Таблица 4

№ п/п	Наименование раздела	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
1	Введение в сопротивление мате-	10	6		10	26

№ п/п	Наименование раздела	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего
	риалов. Метод сечений					
2	Центральное растяжение – сжатие	4	2	4	6	16
3	Методы испытаний и эксперимен- тального исследования напряжен- но-деформированного состояний	2		4	2	8
4	Геометрические характеристики плоских сечений	4	2		5	11
5	Сдвиг и кручение	4	2	2	6	14
6	Прямой поперечный изгиб	4	2	4	5	15
7	Косой изгиб. Внецентренное рас- тяжение-сжатие	2	2	4	2	10
8	Брус большой кривизны	2	2	2	2	8
9	Перемещения в стержневых си- стемах	4	2	2	2	10
10	Расчет статически неопределимых систем	6	2	2	22	32
11	Основы теории напряженного и деформированного состояния	6	2	4	16	28
12	Толстостенные трубы и тонкие осесимметричные оболочки	4	2		4	10
13	Динамическое действие нагрузок	4	2	4	12	22
14	Расчеты на прочность при регу- лярных режимах переменных напряжений. Усталость. Расчет по несущей способности	4	2		10	16
15	Устойчивость продольно сжатых стержней	4	2	2	8	16
16	Расчет стержневых систем, мате- риалы стержней которых дефор- мируются упругопластически	4	2		4	10
Итого:		68	34	34	116	252

6. Лекции, практические занятия, лабораторные работы

6.1. Лекции (табл.5)

Таблица 5

Тематика лекций и их трудоемкость

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика лекций	Трудоем- кость (час.)
----------	-------------------------	-----------------	--------------------------

1	2	3	4
	III семестр		
1	1	Основные понятия сопротивления материалов. Предметы и задачи курса. Внешние нагрузки и расчетная схема. Внутренние усилия в поперечных сечениях бруса. Метод сечений.	2
2	1	Построение эпюр нормальных сил. Построение эпюр крутящих моментов. Плоский изгиб. Типы опор балок. Опорные реакции. Построение эпюр внутренних усилий для балок.	2
3	1	Дифференциальные зависимости при изгибе. Следствия из дифференциальных зависимостей. Проверка правильности построения эпюр. Построение эпюр для плоских рам.	2
4	1	Построение эпюр для плоских кривых стержней. Построение эпюр для пространственных стержневых систем. Построение эпюр для пространственных криволинейных стержней.	2
5	1	Основные допущения и гипотезы. Понятие о напряжениях и деформациях. Связь между напряжениями и деформациями.	2
6	2	Три стороны задачи о растяжении(сжатии) стержня. Напряжения и удлинение стержня. Напряжения на наклонной площадке. Концентрация напряжений при растяжении бруса.	2
7	2	Статически неопределимые стержневые системы. Степень статической неопределимости. Порядок расчета статически неопределимых стержневых систем. Примеры. Монтажные и температурные напряжения.	2
8	3	Испытания при статическом растяжении и сжатии. Диаграмма растяжения низкоуглеродистой стали. Устройство тензорезистора. Схема включения тензорезистора в электрическую цепь.	2
9	4	Статические моменты площади. Моменты	2

		инерции сечений. Моменты инерции относительно параллельных осей.	
10	4	Моменты инерции простых фигур. Моменты инерции относительно повернутых осей. Главные оси. Главные моменты инерции.	2
11	5	Закон Гука для чистого сдвига. Кручение стержня с круглым поперечным сечением. Напряженное состояние при кручении. Кручение стержня с прямоугольным сечением.	2
12	5	Тонкостенные стержни. Стержни с замкнутыми и разомкнутыми профилями. Напряжения в поперечных сечениях. Углы закручивания. Расчет стержней на прочность и жесткость при кручении.	2
13	6	Чистый изгиб стержня. Нормальные напряжения. Поперечный изгиб балки. Касательные напряжения. Формула Д.И. Журавского.	2
14	6	Понятие о центре изгиба. Дифференциальное уравнение упругой линии балки. Метод начальных параметров. Расчеты балок на прочность и жесткость. Элементы рационального проектирования.	2
15	7	Понятие о сложном сопротивлении бруса. Косой изгиб. Неплоский изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие бруса.	2
16	8	Чистый изгиб бруса большой кривизны. Эксцентриситет нейтрального слоя. Напряжения в поперечном сечении.	2
17	9	Энергетический метод определения перемещений сечений стержней. Обобщенные силы и перемещения. Потенциальная энергия деформации стержневой системы. Теорема Кастилиано. Теоремы о взаимности работ и перемещений.	2
IV семестр			

18	9	Метод Максвелла-Мора. Интегралы Мора. Последовательность определения перемещений методом Мора. Способ Верещагина. Формула перемножения трапеций	2
19	10	Статически неопределимые системы. Классификация систем. Степень статической неопределимости. Метод сил. Канонические уравнения.	2
20	10	Использование симметрии стержневой системы для упрощения решения. Особенности раскрытия статической неопределимости плоско-пространственных систем.	2
21	10	Определение усилий в стержнях статически неопределимых систем, вызванных действием температурного поля	2
22	11	Обозначение напряжений. Напряжения на наклонной площадке. Главные площадки и главные напряжения. Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задача	2
23	11	Деформированное состояние в точке. Аналогия зависимостей, описывающих напряженное и деформированное состояния в точке. Связь между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука. Формулы для определения главных деформаций по замерам прямоугольной розетки тензорезисторов.	2
24	11	Теории предельных напряженных состояний. Использование теорий прочности в расчетах на прочность	2
25	12	Перемещения и напряжения в толстостенном полой цилиндре. Частные случаи нагружения толстостенного цилиндра. Напряжения в составных цилиндрах	2
26	12	Тонкостенная оболочка. Уравнение Ляме. Уравнение равновесия отсеченной части оболочки. Напряжения в осесимметричной оболочке	2
27	13	Виды динамических нагрузок. Силы инер-	2

		ции, возникающие при неравномерном поступательном движении, при равномерном вращении. Ударная нагрузка. Коэффициент динамичности. Коэффициент приведения массы системы	
28	13	Свободные колебания стержневых систем с одной степенью свободы. Частота собственных колебаний. Вынужденные колебания системы. Расчеты на вибропрочность	2
29	14	Понятие об усталости материалов. Циклы напряжений. Параметры циклов напряжений. Физическая природа усталости. Кривые Вёлера. Предел выносливости материала	2
30	14	Диаграммы предельных напряжений. Факторы, влияющие на сопротивление деталей усталости. Коэффициент запаса усталостной прочности	2
31	15	Устойчивость сжатых стержней. Потеря устойчивости сжатого стержня. Задача Эйлера. Критическая сила. Влияние способа закрепления концов стержня на значение критической силы	2
32	15	Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ф.С.Ясинского. Расчет сжатых стержней на устойчивость с использованием коэффициента φ .	2
33	16	Диаграммы деформирования материалов. Схематизация диаграмм деформирования. Расчет систем, стержни которых работают на растяжение-сжатие	2
34	16	Упругопластический изгиб бруса. Предельный изгибающий момент. Эпюры напряжений в поперечном сечении. Расчет балок по предельному состоянию	2
Итого			68

6.2. Практические занятия (табл.6)

Таблица 6

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, (час.)
1	2	3	4
III семестр			
1	1	Внутренние усилия в сечениях стержней. Метод сечений. Эпюры внутренних усилий	2
2	2	Растяжение-сжатие бруса. Напряжения, деформации, перемещения. Расчеты на прочность и жесткость	2
3	4	Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.	2
4	5	Кручение бруса. Напряжения и деформации. Расчеты на прочность	2
5	5	Расчет тонкостенных стержней, цилиндрических пружин	2
6	6	Поперечный изгиб балки. Нормальные и касательные напряжения. Расчет на прочность	2
7	7	Косой и неплоский изгиб бруса. Внецентренное растяжение-сжатие бруса	2
8	9	Определение перемещений сечений стержней методом Мора	2
9	8	Расчет бруса большой кривизны	1
Итого			17
IV семестр			
18	10	Расчет статически неопределимых систем методом сил	2
19	11	Анализ плоского напряженного состояния	2
20	11	Расчеты на прочность с использованием теорий предельных напряженных состояний	2
21	12	Расчет толстостенных цилиндров. Расчет тонкостенных оболочек вращения	2
22	13	Расчеты на прочности при действии динамических нагрузок	2
23	13	Ударное нагружение стержневых систем. Расчет стержневых систем при механических колебаниях	2
24	14	Расчеты на усталость при регулярных режимах напряжений	2
25	15	Расчет сжатых стержней на устойчивость	2
26	16	Расчет балок по предельному состоянию	1
Итого			17

6.3. Лабораторные работы (табл.7)

Таблица 7

№ п/п	№ раздела дисциплины	Название лабораторной работы	Трудоемкость (час.)
1	2	Испытание образцов материалов на растяжение и сжатие	4
2	3	Основы электротензометрии. Определение постоянных упругости материалов	4
3	4	Кручение ступенчатого стержня	2
4	6	Плоский изгиб балки	4
5	7	Косой изгиб балки	4
6	8	Брус большой кривизны	2
7	9	Определение перемещений сечений стержней	2
8	10	Статически неопределимая рама	2
9	11	Сложное сопротивление ступенчатого бруса	4
10	13	Ударное нагружение балки	2
11	13	Вынужденные колебания одномассовой системы	2
12	15	Устойчивость сжатого стержня	2
Итого			34

Лабораторные работы проводятся в лаборатории кафедры «Прикладная механика».

6.4. Образовательные технологии

Лекции: проводятся в форме мастер-класса преподавателя для групп студентов

Практические занятия: проводятся в форме мастер-класса преподавателя для группы студентов

Самостоятельная работа студентов: проводится под руководством преподавателя

Консультации: проводятся еженедельно преподавателем

Экзамен: письменный, проводится по билетам

Содержание расчетно- графической работы № 1

III-й семестр

РГР 1. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Задания Э-1, Э-3, Э-5, Э-7. Расчеты на прочность и жесткость при растяжении и кручении.

Задания Р-1, Р-2, Р-3 и К-1, К-2. Определение геометрических характеристик плоских сечений. Задания С-1, С-2. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Задание И-1. Все задания из сборника заданий [2].

Содержание расчетно- графической работы № 2

IV-й семестр

РГР 2. Статически неопределимые стержневые системы. Задания СН-1, СН-2, СН-3. Расчеты на прочность с использованием теорий предельного напряженного состояния. Задания НС-1, НС-2, Расчет стержневых систем, подверженных действию динамических нагрузок. Задания Д-1, Д-2. Устойчивость продольно сжатых стержней. Задание У-1. Задачи из сборника заданий [2].

Пояснительная записка выполняется на листах писчей бумаги формата А-4; обложка из листа ватмана (или на листе писчей бумаги) в соответствии с установленным образцом. Пояснительная записка должна содержать: исходные данные и тексты задач, необходимые иллюстрационные рисунки, чертежи, эпюры, а также подробное описание хода решения задач.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Сакало В.И. Сопротивление материалов: учебное пособие / В.И. Сакало. – Брянск: БГТУ, 2009. – 528 с.
2. Сакало, В.И. Сборник заданий для расчетно-графических работ по сопротивлению материалов. / В.И. Сакало – Брянск: БГТУ, 2011. – 251с.
3. Сопротивление материалов: Лабораторный практикум/ В.И. Сакало [и др.]; под общ. ред. Ю.П. Подлеснова – Брянск: БГТУ, 2010. – 119с.

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины:

а) основная литература:

4. Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов. / В.И. Феодосьев. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. – 590 с.
5. Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П. Сопротивление материалов – М.: Высш. шк., 2008. – 559 с.

б) дополнительная литература:

6. Сопротивление материалов / Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. – 5-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 775 с.

7. Биргер А.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: Учебное пособие. – М.: Наука. Гл.ред.физ.-мат.лит., 1986. – 560 с.
8. Дарков А.В., Шпиро Г.С. Сопротивление материалов – М.: Высш. шк., 2004. – 655 с.
9. Сборник задач по сопротивлению материалов с теорией и примерами /Б.А. Антуфьев, А.Г. Горшков, О.В. Егорова и др.; Под ред. Академика А.Ю. Ишлинского – М.: Изд-во МАИ, 2001. – 544 с.
10. Сборник задач по сопротивлению материалов /Под ред. В.К. Качурина – М.: Наука, 1972. – 432 с.
11. Неклюдова Г.А., Евтух Е.С. Нестандартные задачи по сопротивлению материалов: учеб. пособие /Г.А. Неклюдова.- Брянск: БГТУ, 2008.-84с.
12. Сборник задач по сопротивлению материалов / Под ред. В.К. Качурина – М.: Наука, 1972. – 432 с.

в) справочная литература

13. Писаренко, Г.С. Справочник по сопротивлению материалов/ Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев – Киев: Наукова думка, 1975. – 704 с.
14. Любошиц, М.И. Справочник по сопротивлению материалов / М.И. Любошиц, Г.М. Ицкович. - Минск: Высшая школа, 1969. - 464 с.

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В учебном процессе для освоения дисциплины используется лаборатория кафедры «ПМ» (ауд. 118), которая оснащена испытательными машинами: машиной с гидравлическим приводом Р-20, машиной механического действия с рычажно-маятниковым устройством SZ-10-I, маятниковым копром, а также лабораторными установками, разработанными сотрудниками кафедры для выполнения лабораторных работ: «Основы электротензометрии», «Определение постоянных упругости материалов», «Кручение ступенчатого стержня», «Сложное сопротивление ступенчатого бруса», «Ударное нагружение балки», «Вынужденные колебания одномассовой системы», «Устойчивость сжатого стержня».

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

10.1. Методические рекомендации для преподавателей

Чтение лекций

Лекции являются одним из основных видов обучения студентов. Задачами лекции являются:

изложить материал раздела курса,

раскрыть идеологию методов, применяемых при решении задач, рассматриваемых в нем,

получить необходимые зависимости и показать способ их применения в инженерных расчетах.

Необходимым условием успешного чтения является вызов интереса студентов к материалу лекции. Это может быть достигнуто постановкой проблемы, приведением исторической справки, примеров нерешенных сложных технических проблем и случаев их успешного решения. При обосновании необходимости рассмотрения раздела курса необходимо перечислить виды расчетов, в которых используется материал раздела, а также в других дисциплинах, изучаемых студентами данной специальности. Исходя из часов, отведенных на изучение дисциплины, в лекции может рассматриваться решение несложных примеров.

Содержание лекций

Содержание лекций определяется рабочей программой курса. Желательно чтобы каждая лекция содержала логически завершенную часть раздела.

Методика проведения практических занятий

На практических занятиях решаются следующие задачи:

- четко изложить методику и все этапы решения задач раздела,
- дать достаточный объем информации, т.е. решить достаточное количество задач,
- научить применять необходимые зависимости в расчетах с использованием конспекта или учебника,
- научить пользоваться справочниками,
- привить навыки самостоятельно решения задач курса.

При решении задач все записи на доске ведет преподаватель. В некоторых случаях для ведения записей к доске может вызываться хорошо успевающий студент, который уже имел дело с решением задач раздела в ходе самостоятельной работы. В процесс решения задачи с проведением необходимых вычислений желательно вовлекать всех студентов. Лишь в случае острого недостатка времени преподаватель приводит готовые результаты расчетов.

Методика проведения лабораторных занятий

Целями проведения лабораторных работ являются:

- получение результатов, которые не могут быть получены теоретическими методами,
- экспериментальное подтверждение положений теории,
- получение навыков экспериментальных исследований,
- обучение умению анализировать полученные результаты.

Перед проведением лабораторной работы преподаватель должен ознакомиться с результатами контрольных замеров по каждой лабораторной установке.

Прием отчетов по лабораторной работе проводится при проведении занятия или во время, отведенное для консультаций.

10.2. Методические рекомендации для обучающихся

Основным способом организации самостоятельной работы студентов является контроль выполнения расчетно-графических работ. Он осуществляется в ходе проведения консультаций, где студентам даются рекомендации по выбору методов расчета, расчетных схем, находятся ошибки в решениях, ведется учет решенных задач. На основе этих сведений проводятся аттестации студентов.

В курсе сопротивления материалов студенты изучают основы расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость, устойчивость и долговечность, а также основные методы механических испытаний материалов.

При изучении курса наибольшие затруднения для студентов обычно связаны с решением задач. При этом очевидно, что именно эта практическая часть курса в наибольшей степени способствует развитию инженерного мышления. Для изучения курса необходимо иметь соответствующую математическую подготовку, знание физики, основ начертательной геометрии и инженерной графики и теоретической механики (прежде всего, ее раздела «Статика»). При изучении разделов курса требуется владение численными методами решения алгебраических уравнений и такими важнейшими математическими понятиями как вектор, функция, производная, интеграл, вариация, дифференциальное уравнение, матрица, тензор.

Решение большого количества задач начинается с определения реакций опор из уравнений статики. Определение положения центра тяжести плоского сечения, статических моментов площади является важной составной частью расчета прочности и жесткости. Расчет криволинейных стержней невозможен без знания тригонометрических функций, для расчета пространственных рам надо уметь свободно пользоваться системой прямоугольных декартовых координат на плоскости и в пространстве; знать аналитические выражения момента силы и пары сил относительно осей декартовой системы координат и точки в пространстве. Такие понятия, известные из физики, как закон Гука, модуль упругости, коэффициент Пуассона, упругие и пластичные деформации, являются основополагающими в сопротивлении материалов.

Чтобы овладеть методами решения типовых задач сопротивления материалов, студентам рекомендуется сначала ознакомиться с основными сведениями из теории по каждой теме, прочитав соответствующий материал в учебнике. Особое внимание следует обратить на основные расчетные формулы. При изучении материала курса нужно, прежде всего, уяснить существо каждого излагаемого вопроса. Главное – это понять изложенное, а не "заучить". Затем необходимо сознательно разобрать и понять имеющиеся в конце каждой темы решенные задачи и примеры, обратив особое внимание на методические указания по их решению. Разбор решенных задач повышает эффективность самостоятельных занятий, экономит время, затраченное на выполнение контрольных и расчетно-графических заданий. Кроме того, это приучает студентов к

анализу методов решения задач, способствует приобретению навыков грамотного оформления расчетов.

Затем постарайтесь решить самостоятельно несколько аналогичных задач из сборника задач, после этого решите соответствующую задачу из расчётно-графической работы. Кроме того, при выполнении расчётно-графических работ необходимо ознакомиться с методическими указаниями по их выполнению. Эти указания надо прочитать внимательно и ими руководствоваться.

Изучать материал рекомендуется по темам (пунктам приводимой выше программы) или по главам (параграфам) учебника. Сначала следует прочитать весь материал темы (параграфа), особенно не задерживаясь на том, что показалось не совсем понятным; часто это становится понятным из последующего. Затем надо вернуться к местам, вызвавшим затруднения, и внимательно разобраться в том, что было не ясно. Особое внимание при повторном чтении обратить на расчетные формулы, а также найти и ознакомиться со справочными материалами, необходимыми для решения задач данной тематики. Однако не следует стараться заучивать формулы, важно понять их смысл и уметь ими пользоваться. Многолетний опыт преподавания показывает, что при наличии любой справочной и методической литературы, студент, не разобравшийся в существе вопроса, не в состоянии самостоятельно решить задачу. Закончив изучение темы, полезно выписать все формулы и пояснения к ним, а также ссылки на справочную литературу.

Соппротивление материалов – наука экспериментально-теоретическая. Поэтому не менее важным ее разделом является раздел «Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояний». С целью овладения студентами навыками экспериментальных исследований в рабочей программе курса предусмотрено выполнение лабораторных работ. Перед выполнением лабораторной работы необходимо прочитать ее описание в методическом пособии [3], а также повторить теоретический материал, относящийся к теме работы. Проверкой усвоения материала будут являться ваши ответы на «вопросы для самоконтроля», помещенные в конце описания каждой лабораторной работы.

Желательно заранее подготовить журнал лабораторной работы по предлагаемому в пособии [3] образцу, в который по мере выполнения работы будут заноситься данные испытаний.

Важно выполнять предусмотренные учебным планом лабораторные работы и расчетно-графические работы в соответствии с установленным на кафедре графиком. Лабораторные работы засчитываются в день выполнения или на консультации. Расчетно-графические задания представляются в черновике для проверки преподавателю, а затем оформляются в соответствии с правилами, изложенными в методической литературе [2].

Успешному усвоению дисциплины способствует посещение всех лекций, практических и лабораторных занятий, ведение конспекта лекций, ритмичная работа с конспектом и рекомендуемой литературой. Навыки выполнения инженерных расчетов не могут быть приобретены без решения задач.

11. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

11.1. Этапы формирования компетенций (табл. 10)

Этапы формирования компетенций (разделы аттестации)	Показатель освоения (коды)											
	ОК-7			ОПК-2			ОПК-3			ОПК-4		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Раздел 1. Введение в дисциплину сопротивление материалов. Метод сечений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 2. Центральное растяжение и сжатие стержня	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 3. Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 6. Прямой поперечный изгиб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 7. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение -сжатие	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 8. Элементы рационального проектирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 9. Перемещения в стержневых системах	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 10. Расчет статически неопределимых стержневых систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 11. Основы теории напряженного и деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 13. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций, удар	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 14. Несущая способность при повторно-переменных напряжениях. Предел выносливости. Усталость. Коэффициент запаса прочности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 15. Устойчивость стержня, продольно-поперечный изгиб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Этапы формирования компетенций	Показатель освоения (коды)
--------------------------------	----------------------------

(разделы аттестации)	ОПК-5			ОПК-6			ПК-1			ОПК-2		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Раздел 1. Введение в дисциплину сопротивление материалов. Метод сечений				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 2. Центральное растяжение и сжатие стержня	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 3. Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 6. Прямой поперечный изгиб				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 7. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение -сжатие	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 8. Элементы рационального проектирования				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 9. Перемещения в стержневых системах				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 10. Расчет статически неопределимых стержневых систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 11. Основы теории напряженного и деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 13. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций, удар				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 14. Несущая способность при повторно-переменных напряжениях. Предел выносливости. Усталость. Коэффициент запаса прочности				+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 15. Устойчивость стержня, продольно-поперечный изгиб				+	+	+	+	+	+	+	+	+

[illegible]

Центральное растяжение и сжатие стержня													
Раздел 3. Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 5. Геометрические характеристики плоских сечений	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 6. Прямой поперечный изгиб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 7. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение -сжатие	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 8. Элементы рационального проектирования	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 9. Перемещения в стержневых системах	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 10. Расчет статически неопределимых стержневых систем	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 11. Основы теории напряженного и деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 13. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций, удар	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 14. Несущая способность при повторно-переменных напряжениях. Предел выносливости. Усталость. Коэффициент запаса прочности	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 15. Устойчивость стержня, продольно-поперечный изгиб	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Этапы формирования компетенций (разделы аттестации)	Показатель освоения (коды)												
	ПК-9						ПК-12						
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P3
Раздел 1. Введение в дисциплину сопротивление материалов. Метод сечений							+	+	+				
Раздел 2. Центральное растяжение и сжатие стержня	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 3. Методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 4. Сдвиг. Кручение	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Раздел 5. Геометрические характеристики							+	+	+	+	+	+	+

плоских сечений						
Раздел 6. Прямой поперечный изгиб				+	+	+
Раздел 7. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Внецентренное растяжение -сжатие	+	+	+	+	+	+
Раздел 8. Элементы рационального проектирования				+	+	+
Раздел 9. Перемещения в стержневых системах				+	+	+
Раздел 10. Расчет статически неопределимых стержневых систем	+	+	+	+	+	+
Раздел 11. Основы теории напряженного и деформированного состояния	+	+	+	+	+	+
Раздел 13. Расчет движущихся с ускорением элементов конструкций, удар	+	+	+	+	+	+
Раздел 14. Несущая способность при повторно-переменных напряжениях. Предел выносливости. Усталость. Коэффициент запаса прочности				+	+	+
Раздел 15. Устойчивость стержня, продольно-поперечный изгиб						

11.2 Индексированные результаты обучения и показатели оценивания результатов(табл.11)

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
ОК-7	способностью к самоорганизации и самообразованию	ОК-7. Р1. ЗНАТЬ, как проводить оценку своей деятельности по схеме цель-средства-результат, прилагать полученные знания к жизненным проблемам и вызовам	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
		ОК-7. Р2. УМЕТЬ использовать полученные знания для решения практических задач; анализировать личностно значимые проблемы; оценивать уровень собственных знаний и определять потребность в дальнейшем обучении	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОК-7. Р3. ВЛАДЕТЬ ориентированием на определенные профессиональные роли и иметь профессиональные предпочтения.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ОПК-2	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	ОПК-2. Р1. ЗНАТЬ проблематику исследований естественнонаучных дисциплин и математики	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-2. Р2. УМЕТЬ отметить практическую ценность исследований естественнонаучных дисциплин и математики	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-2. Р3. ВЛАДЕТЬ актуальными методами применения исследований естественнонаучных дисциплин и математики.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ОПК-3	способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат	ОПК-3. Р1. ЗНАТЬ основные направления и проблематику формулирования цели и задач исследования, выявления приоритетов решения задач, выбора и создания критериев оценки	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-3. Р2. УМЕТЬ отметить практическую ценность определенных цели и задач исследования, приоритетов решения задач, критериев оценки	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
		ОПК-3. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками выражения и обоснования собственной позиции формулировки цели и задач исследования, выявленных приоритетов решения задач, выбранных и созданных критериев оценки.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ОПК-4	способность учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности	ОПК-4. Р1. ЗНАТЬ основные направления и проблематику постановки целей и задач исследования, выявления приоритетов решения задач, выбора и создания критериев оценки	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-4. Р2. УМЕТЬ учитывать современные тенденции развития техники и технологий при постановке цели и задач исследования	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-4. Р3. ВЛАДЕТЬ актуальными методами применения современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ОПК-5	умением обрабатывать и представлять данные	ОПК-5. Р1. ЗНАТЬ основные направления и проблематику современных методов экспериментальных исследований	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-5. Р2. УМЕТЬ отметить практическую ценность современных методов экспериментальных исследований	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-5. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками выражения и обоснования собственной позиции применения современных методов исследования, оценки и представления результатов вы-	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
		полненной работы.		
ОПК-6	умение собирать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по тематике исследования, использовать достижения отечественной и зарубежной науки, техники и технологии	ОПК-6. Р1. ЗНАТЬ проблематику сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-6. Р2. УМЕТЬ отметить практическую ценность сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-6. Р3. ВЛАДЕТЬ проблематикой сбора информации, обобщения, анализа, систематизации и прогнозирования.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-1	способностью выявлять сущность научно-технических проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	ПК-1. Р1. ЗНАТЬ основные уравнения дисциплины	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-1. Р2. УМЕТЬ применять физико-математический аппарат для решения профессиональных задач	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-1. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками применения соответствующего физико-математического аппарата для решения научно-технических проблем.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
ПК-2	готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	ПК-2. Р1. ЗНАТЬ современные методы исследований и моделирования; структуру испытательных комплексов	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-2. Р2. УМЕТЬ выполнять теоретические, расчетные и экспериментальные исследования, пользоваться измерительными и регистрирующими приборами, машинами, стендами	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-2. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками выбора рациональных методов исследования.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-3	готовностью выполнять научно-исследовательские работы и решать научно-технические задачи в области прикладной механики на основе достижений техники и технологий, классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей, обладающих высокой степенью адекватности реальным процессам, машинам и конструкциям	ПК-3. Р1. ЗНАТЬ классические и технические теории и методы прикладной механики	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-3. Р2. УМЕТЬ строить физико-механические, математические и компьютерные модели задач прикладной механики	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-3. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками решения задач в области прикладной механики на основе классических и технических теорий и методов, физико-механических, математических и компьютерных моделей.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-4	готовность выполнять научно-исследовательские	ПК-4. Р1. ЗНАТЬ современные вычислительные методы	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
	работы в области прикладной механики с использованием современных вычислительных методов, высокопроизводительных вычислительных систем и наукоемких компьютерных технологий, широко распространенных в промышленности систем мирового уровня, и экспериментального оборудования для проведения механических испытаний			аттестации
		ПК-4. Р2. УМЕТЬ корректно применять современные вычислительные методы и наукоемкие компьютерные технологии	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-4. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками анализа корректности, достоверности и точности получаемых решений.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-5	способность составлять описания выполненных научно-исследовательских работ и разрабатываемых проектов, обрабатывать и анализировать полученные результаты, готовить данные для составления отчетов и презентаций, написания докладов, статей и другой научно-технической документации	ПК-5. Р1. ЗНАТЬ методы обработки и анализа результатов, полученных в процессе научно-экспериментальных исследований	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-5. Р2. УМЕТЬ обрабатывать и аппроксимировать экспериментальные данные, применяя вычислительные методы и ЭВМ	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-5. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками подготовки и составления отчетов.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-6	способность применять программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-	ПК-6. Р1. ЗНАТЬ основные программные средства компьютерной графики и визуализации результатов научно-исследовательской деятельности	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
	исследовательской деятельности, оформлять отчеты и презентации, готовить рефераты, доклады и статьи с помощью современных офисных информационных технологий, текстовых и графических редакторов, средств печати	ПК-6. Р2. УМЕТЬ использовать программные средства компьютерной графики и визуализации результатов при оформлении отчетов и презентаций	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-6. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками применения соответствующих программных средств компьютерной графики и визуализации результатов для оформления отчетов и презентаций.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-9	готовностью использовать наукоемкое экспериментальное оборудование для проведения механических испытаний	ОПК-3. Р1. ЗНАТЬ основные принципы работы наукоемкого экспериментального оборудования	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-3. Р2. УМЕТЬ отметить практическую ценность современных методов экспериментальных исследований;	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
		ОПК-3. Р3. ВЛАДЕТЬ навыками использования наукоемкого экспериментального оборудования для проведения механических испытаний.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации
ПК-12	готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	ПК-12. Р1. ЗНАТЬ классификацию механизмов, узлов и деталей машин и конструкций; требования к деталям, критерии работоспособности и влияющие факторы	Контрольные работы	Вопросы для промежуточной аттестации
		ПК-12. Р2. УМЕТЬ определять нагрузки, составлять расчетные модели, соответствующие условиям работы конкретных машин и конструкций	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации

Коды компетенций по ФГОС ВО	Наименование компетенции	Показатель оценивания	Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточного контроля
		ПК-12. РЗ. ВЛАДЕТЬ навыками инженерных расчетов типовых деталей и узлов машин и конструкций.	Выполнение и защита РГР	Вопросы для промежуточной аттестации

11.3. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Текущий контроль включает: работу на лекциях, практических и лабораторных занятиях, контрольные работы, защиту лабораторных работ.

Для оценивания уровня подготовленности студента используется следующая шкала:

ОЦЕНКА ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ (табл.12)

Таблица 12

№ п/п	Виды контрольных мероприятий	Баллы	Сроки выполнения (недели)
1	2	3	4
III семестр			
1	Работа на лекциях	0-10	1-17
2	Работа на практических занятиях	0-10	1-17
4	Контрольная работа «Построение эпюр внутренних усилий для балки»	0-15	6-8
5	Контрольная работа «Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»	0-15	9-10
6	Письменный экзамен	0-50	
Итого за III семестр		0-100	
IV семестр			
7	Работа на лекциях и практических занятиях	0-10	18-34
8	Выполнение и защита лабораторных работ	0-10	18-34
9	Контрольная работа «Расчет статически неопределимой стержневой системы методом сил»	0-15	20-22
10	Контрольная работа «Сложное сопротивление стержня»	0-15	28-30
11	Письменный экзамен	0-50	
Итого за IV семестр		0-100	
Всего		0-200	

11.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме защиты расчетно-графических работ по 1-9 разделам дисциплины и зачета в 3 семестре и в форме защиты расчетно-графических работ по 10-16 разделам дисциплины и письменного экзамена в 4 семестре.

Предэкзаменационные консультации. Студентам даются две консультации обзорного характера. Одна из них представляет обзор курса с выделением строгой логической последовательности изложения теоретического материала с тем, чтобы студенты смогли охватить этот материал в целом, поняв логику развития его идей и основополагающих принципов. Вторая консультация посвящается обзору основных методов решения задач с выделением принципов.

пиальных подходов к анализу конкретной ситуации и выбору оптимального приёма решения.

Содержание экзаменационных билетов, подписанных заведующим кафедрой, охватывает основные части соответствующих разделов дисциплины. При этом особое внимание уделяется практической стороне, связанной с решением задач. В одном экзаменационном билете предлагаются две задачи обязательно из разных разделов дисциплины.

Особенности организации экзамена. На подготовку письменной экзаменационной работы студентам отводится два астрономических часа. Экзамен одновременно сдаёт одна академическая группа в полном составе. Для этого выделяется просторная аудитория, обеспечивающая возможность свободного размещения студентов и автономность их работы на экзамене. По итогам письменной работы со студентами проводится собеседование и выставляется экзаменационная оценка.

Требования к оформлению экзаменационного листа:

1. В верхнем правом углу листа приводится следующая надпись: Брянский государственный технический университет, кафедра "Механика, динамика и прочность машин", дата сдачи экзамена.

2. Далее следует заголовок: «Экзаменационный лист студента группы №, ФИО, билет №».

3. Содержание текста экзаменационного листа должно соответствовать последовательности приведённых в экзаменационном билете вопросов, иллюстративных примеров и задачи с четким выделением номеров вопросов, примеров и задачи. Если некоторые вопросы или примеры студент осветить не в состоянии, после небольшого пропуска фиксируется следующий этап выполнения им задания, содержащегося в билете.

4. Изложение теоретического материала должно содержать чёткую логическую последовательность вывода соответствующего положения или теоремы с подробными комментариями, а также тщательно выполненные пояснительные чертежи или рисунки.

5. Решение экзаменационных задачи должно обязательно включать исходную расчетную схему объекта исследования, а также краткие комментарии, связанные с применением соответствующих расчетных формул, необходимых для получения ответа. Полные тексты условий примеров и задачи не приводить.

6. Оформление расчетных операций выполняется по схеме: ***«используемая формула – подстановка цифр – результат»*** с обязательным указанием единицы рассчитанной величины. Решение завершается приведением полученного ответа.

7. На последней странице экзаменационного листа приводится подпись студента.

Шкала оценивания

Уровень знаний, умений и навыков обучающегося при письменном ответе во время промежуточной аттестации определяется с использованием оценочной шкалы по следующим критериям.

Оценка «отлично» (50 баллов) ставится, если

- полностью раскрыто содержание теоретического материала;
- решены две задачи экзаменационного билета;
- материал изложен грамотно, в логической последовательности;
- продемонстрировано системное и глубокое знание разделов дисциплины;
- правильно используется терминология;
- показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению практических задач;
- продемонстрировано знание современной учебно- методической литературы;
- допущены одна-две неточности при изложении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию преподавателя при собеседовании после проведения письменного экзамена.

Оценка «хорошо» (34-49 баллов) ставится, если

- вопросы излагаются систематизировано и последовательно;
- решены задачи экзаменационного билета;
- материал изложен грамотно, в логической последовательности;
- показано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;
- продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению специализированных задач;
- продемонстрировано усвоение основной учебно-методической литературы;
- ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «отлично», но при этом имеет один из недостатков:
 - допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;
 - при решении одной из задач допущена ошибка, которая легко исправляется по замечанию преподавателя на собеседовании.

Оценка «удовлетворительно» (18-33балла) ставится, если

- усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;
- имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, при решении задач, исправленные после наводящих вопросов на собеседовании;
- продемонстрировано усвоение основной учебно-методической литературы.

Оценка «неудовлетворительно» (0-17баллов) ставится, если

- не раскрыто основное содержание учебного материала;
- обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;

- допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии и решении задач, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов;

- не сформированы компетенции, умения и навыки.

Проверка экзаменационных работ и апелляции. На проверку экзаменационных работ студентов одной академической группы отводится не более полутора часов. Предусматривается специальное время для разбора возможных апелляций студентов по результатам выполненной экзаменационной работы и дополнительного собеседования.

Перезамена. На перезачет экзамена неуспевающий студент допускается не ранее, чем через 5-7 дней после первого экзамена. Повторный экзамен проводится только после дополнительной консультации, на которой выясняются причины предыдущего провала, степень усвоения изученного материала и даются рекомендации по отработке всех вопросов, гарантирующих получение удовлетворительной оценки при пересдаче экзамена.

11.5. Определение итоговой оценки знаний и сформированности компетенций

Согласно Положению о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов уровень усвоения студентом учебного материала определяется экзаменационными оценками "отлично", "хорошо", «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Итоговая оценка знаний студентов по изучаемой дисциплине формируется за два семестра на основе ответов студента на вопросы экзаменационных билетов и активности студента в течение семестра (в том числе на основе выполнения и защиты курсовой работы).

Результирующая оценка (РО) за текущий и промежуточный контроль в каждом семестре не превышает 100 баллов и выставляется по следующей формуле:

- в III семестре $PO_3 = БТк + БПк$,
- в IV семестре $PO_4 = БТк + БПк$,

где БТк – общее число баллов, полученных студентом в результате текущего контроля в семестре (за работу на аудиторных занятиях, за ответы на вопросы тестов, за выполнение контрольных работ, за выполнение и сдачу лабораторных работ, за выполнение и защиту РГР);

БПк – общее число баллов, полученных студентом в результате промежуточной аттестации, т.е. в результате письменного экзамена.

Шкала оценивания итоговых результатов освоения сформированности компетенций по итогам двух семестров

№ П/П	Универсальная шкала оценки образовательных	Шкала оценки сформированности компетенций	Оценка сформированности компетенций
-------	--	---	-------------------------------------

	достижений (в баллах)	(в баллах)	
1	100-85	200-170	«отлично»
2	84-71	169-142	«хорошо»
3	70-51	141-102	«удовлетворительно»
4	50-0	101-0	«неудовлетворительно»

Уровень формированных компетенций	Набранные баллы в 3 семестре	Набранные баллы в 4 семестре	Набранные баллы по итогам 3 и 4 семестров
Высокий	100-85	100-85	200-170
Средний	84-71	84-71	169-142
Удовлетворительный	70-51	70-51	141-102
Неудовлетворительный	50-0	50-0	101-0

Контрольно-измерительные материалы текущей и промежуточной аттестации

Вопросы к зачету по дисциплине в III семестре

1. Основные принципы и гипотезы сопротивления материалов.
2. Объект изучения дисциплины.
3. Силы внешние и внутренние.
4. Внутренние силовые факторы. Эпюры.
5. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
6. Понятие о напряжениях и деформациях.
7. Закон Гука и принцип независимости действия сил.
8. Растяжение (сжатие). Напряжения и деформации при растяжении (сжатии).
9. Испытания материалов с целью определения их механических характеристик.
10. Испытания на растяжение и сжатие.
11. Предельные и допускаемые напряжения.
12. Геометрические характеристики поперечных сечений.
13. Главные центральные оси и главные центральные моменты инерции.
14. Определение главных центральных моментов инерции и положения главных центральных осей сложных сечений.
15. Кручение бруса.
16. Напряжения и деформации при кручении бруса круглого поперечного сечения.
17. Напряжения и деформации при кручении бруса прямоугольного сечения.
18. Напряжения и деформации при кручении тонкостенного сечения (открытого и закрытого профиля).
- 18а. Рациональная форма сечения бруса при работе на кручение.
19. Изгиб (чистый и поперечный).
20. Нормальные и касательные напряжения при изгибе.
21. Рациональная форма поперечного сечения бруса при работе на изгиб.
22. Условие прочности при простых видах нагружения.
23. Основные типы задач прочности и алгоритм их решения.

24. Метод Мора для определения перемещений.
25. Вычисление интегралов Мора способом Верещагина.
26. Универсальная формула для перемножения эпюр.

Вопросы к экзамену по дисциплине в IV семестре

1. Статически неопределимые системы. Степень статической неопределимости..
2. Метод сил для расчёта статически неопределимых систем.
3. Основная система. Требования к основной системе.
4. Использование симметрии стержневой системы для упрощения решения.
5. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.
6. Вычисление коэффициентов и решение системы канонических уравнений.
7. Построение эпюр суммарных внутренних силовых факторов.
8. Деформационная проверка.
9. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
10. Напряжённое состояние в точке. Графическое изображение. Тензор напряжений. Правила знаков для компонентов тензора напряжений.
11. Главные напряжения. Виды напряжённого состояния: линейное, плоское, объёмное.
12. Плоское напряжённое состояние. Определение значений и направлений главных напряжений.
13. Деформированное состояние в точке. Тензор деформаций.
14. Аналогии между напряжённым и деформированным состояниями.
15. Связь между напряжениями и деформациями. Обобщённый закон Гука. Частные случаи этого закона.
16. Понятие о предельном напряжённом состоянии материала. Эквивалентное напряжение. Условие прочности.
17. Основные теории прочности. Область их применения.
18. Применение теорий прочности к расчёту бруса при сложном нагружении.
19. Сложное нагружение бруса круглого поперечного сечения.
20. Сложное нагружение бруса прямоугольного сечения.
21. Динамические нагрузки. Основные допущения. Коэффициент динамичности.
22. Учёт сил инерции при неравномерном поступательном движении.
23. Учёт сил инерции при равномерном вращательном движении стержневой системы.
24. Расчёты на прочность и жёсткость при ударе.
25. Колебания. Собственные колебания.
26. Колебания упругих систем при действии периодической возмущающей силы. Основные параметры колебательного процесса.
27. Резонанс. Коэффициент нарастания колебаний.

28. Расчеты на прочность и жёсткость при периодических колебаниях.
29. Усталость и выносливость материалов. Предел выносливости. Опытное определение предела выносливости.
30. Диаграмма предельных напряжений и её использование.
31. Влияние конструктивно-технологических факторов на предел выносливости детали.
32. Коэффициенты запаса по выносливости. Условие выносливости.
33. Практическая оценка выносливости деталей.

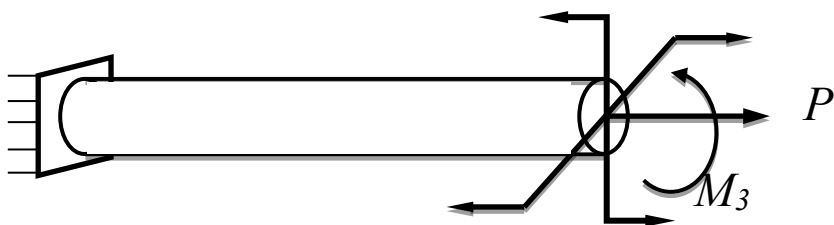
Пример билета для письменного экзамена в IV семестре

Экзаменационный билет №1

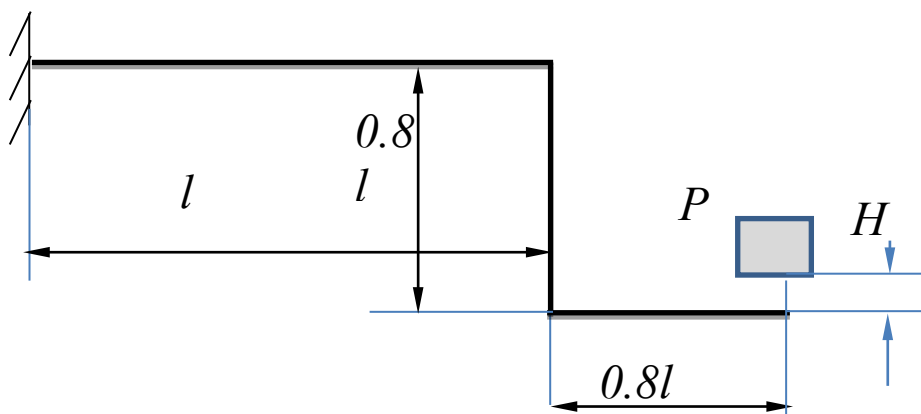
по дисциплине «Сопротивление материалов»
для студентов очной формы обучения, IV-й семестр
кафедра «Механика и ДПМ»

1. Критические напряжения для продольно сжатого стержня. Формулы Эйлера и Ясинского.
2. Проверить вал на прочность с использованием 3-ей теории прочности. Принять $[\sigma]=160$ МПа, $d=8$ см, $M_1=3,6$ кН·м, $M_2=4,5$ кН·м, $M_3=2,6$ кН·м, $P=10$ кН.

 M_1 M_2



3. Груз весом $P=0,2$ кН падает с высоты $H=0,15$ м на раму, выполненную из швеллера №18. Определить максимальные динамические напряжения в балке, если $l=1,4$ м. Стенка швеллера расположена горизонтально.



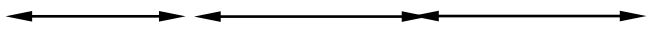
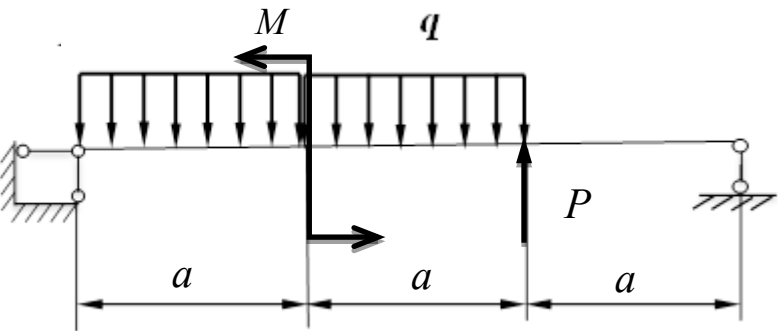
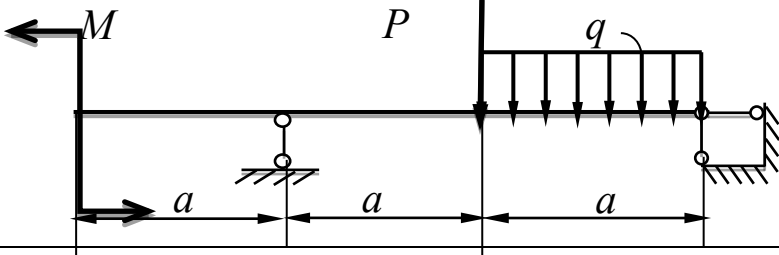
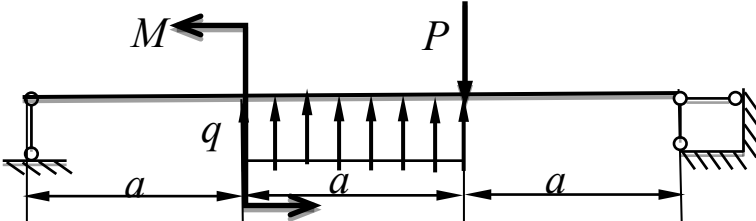
Заведующий кафедрой

Жиров П.Д.

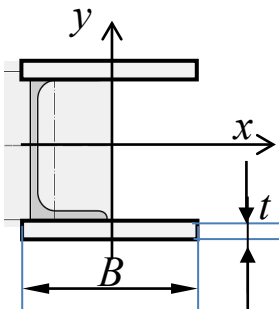
Контрольные работы №1,2 по дисциплине в III семестре

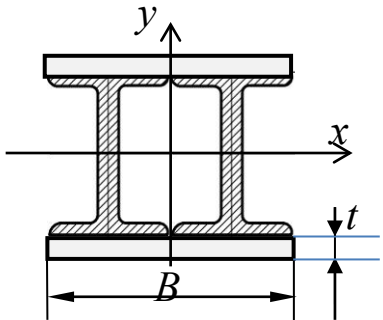
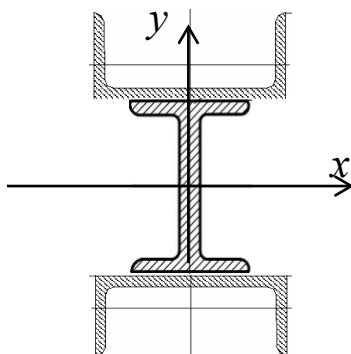
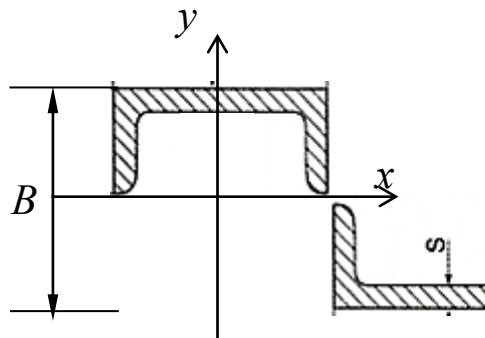
Контрольная работа № 1 «Построение эпюр внутренних силовых факторов для балок»

№ билета	Расчетная схема	Исходные данные
1		$P = qa$ $M = 2qa^2$
2		$P = qa$ $M = qa^2$

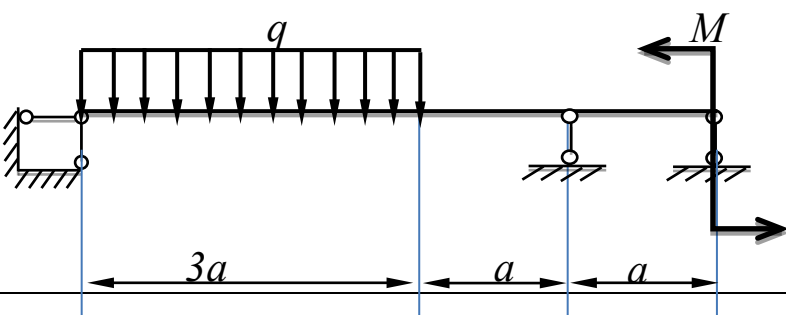
		
3		$P = qa$ $M = qa^2$
4		$M = qa^2$ $P = 2qa^2$
5		$P = qa$ $M = qa^2$

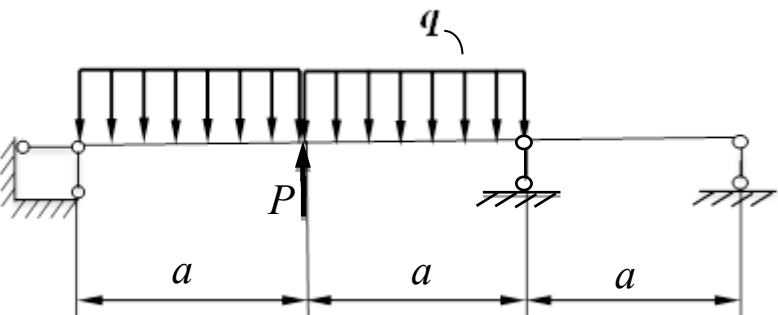
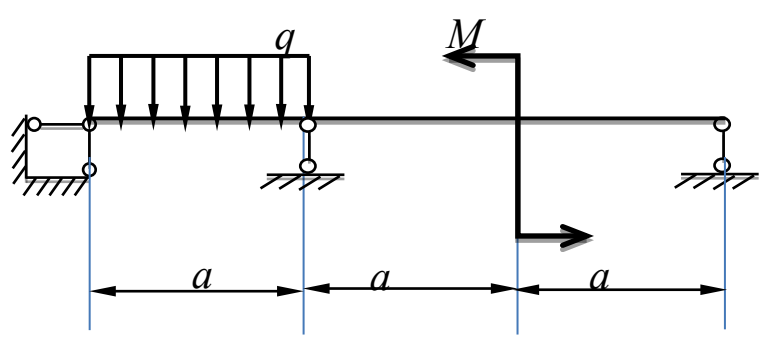
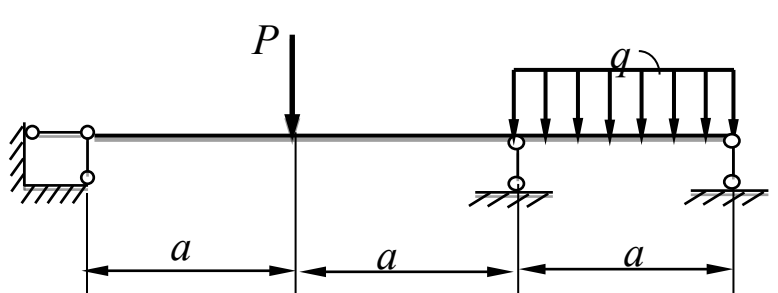
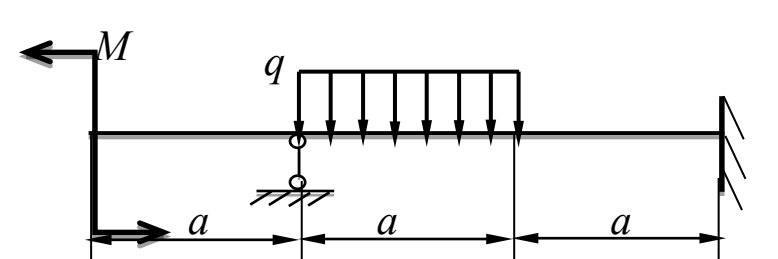
Контрольная работа № 2 на тему «Геометрические характеристики плоских сечений»

№ билета	Вид сечения	Исходные данные	Определить
1		<p>Два швеллера № 16, две полосы каждая шириной $B = 12,8 \text{ см}$, толщи- ной $t = 10 \text{ мм}$</p>	J_x, W_x

2		Два двутавра № 16, две полосы каждая шириной $B = 18 \text{ см}$, $t = 10 \text{ мм}$	J_x, W_x
3		Два швеллера № 18, двутавр № 20	J_x, W_x
4		Два швеллера № 20, $B = 18 \text{ см}$	$J_x, W_x,$ J_y, W_y

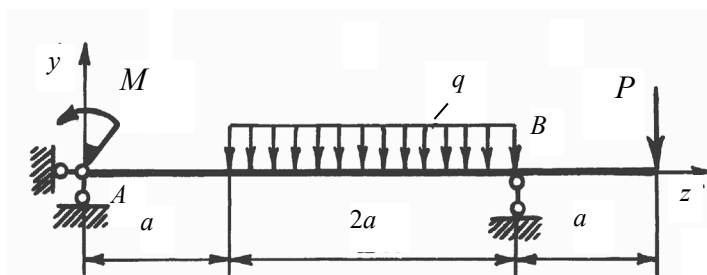
Контрольная работа № 4 «Раскрытие статической неопределенности методом сил»

№ би- лета	Расчетная схема	Исходные данные
1		$M = qa^2$

2		$P = qa$
3		$M = qa^2$
4		$P = qa$
5		$M = qa^2$

Задания к расчетно-графическим работам

Задание Э-1

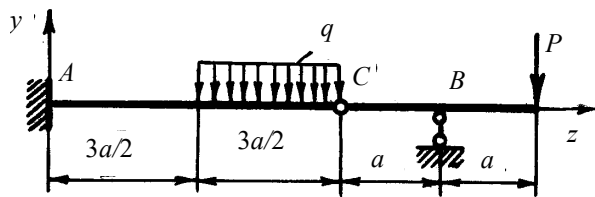


Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для однопролетной балки. Расчетная схема балки приведена на рисунке.

Принять $b = 2a$, $P = qa$,
 $M = qa^2/2$.

Задание Э-2

Построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов для балки с шарниром. Расчетная схема балки приведена на рисунке.

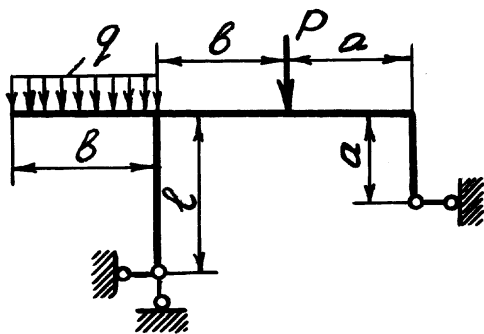


Принять следующие соотношения между длинами участков балки и внешними нагрузками

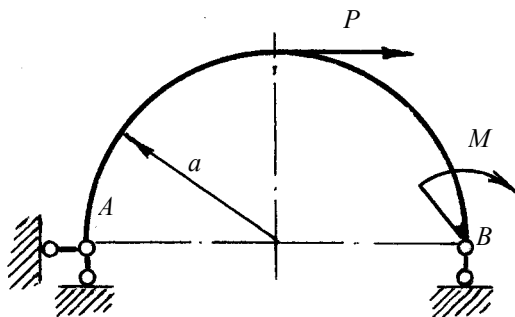
$$b = 2a, P = qa/2, M = qa^2.$$

Задание Э-3

Построить эпюры внутренних усилий для плоской рамы, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой интенсивностью q и сосредоточенной силой $P = qa$ (рисунок).



Задание Э-5

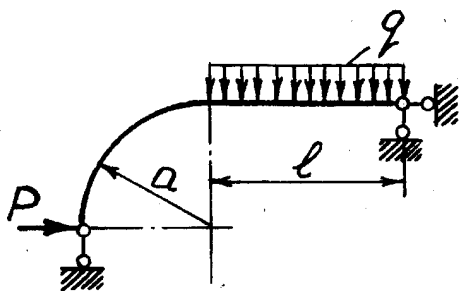


Построить эпюры нормальных, поперечных сил и изгибающих моментов для стержня, осевая линия которого описана дугой окружности радиуса R . Расчетная схема кривого стержня приведена на рисунке.

$$\text{Принять } P_1 = P, P_2 = 2P, M = PR.$$

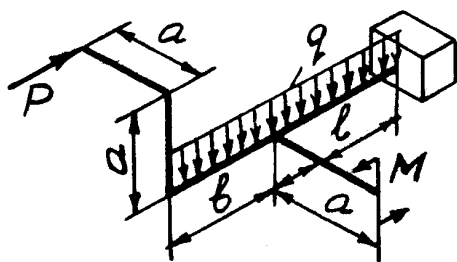
Задание Э-6

Построить эпюры нормальных, поперечных сил и изгибающих моментов для плоской рамы, состоящей из стержней с прямолинейными и криволинейными осями. Расчетная схема рамы приведена на рисунке.



$$\text{Принять } P = qa/2, M = qa^2.$$

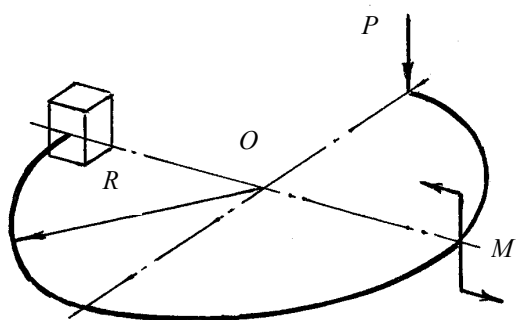
Задание Э-7



Задание Э-8

Построить эпюры нормальных сил, изгибающих и крутящих моментов для пространственной стержневой системы, образованной стержнями с прямолинейными осями. Расчетная схема стержневой системы приведена на рисунке.

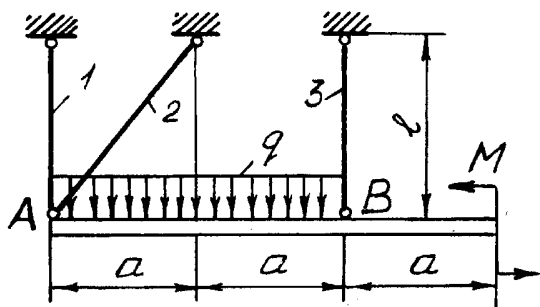
Принять $l = 2a$, $b = a$, $P = qa$,
 $M = qa^2$.



Построить эпюры изгибающих и крутящих моментов для стержневой системы, содержащей стержень, осевая линия которого очерчена дугой окружности радиуса a . Эпюры представить на плоских схемах, расположив осевую линию кривого стержня в плоскости чертежа. Расчетная схема кривого стержня приведена на рисунке. Принять $l = a$, $M = 3Pa/4$.

Задание Р-1

Абсолютно жесткий брус связан с основанием с помощью трех стальных стержней 1, 2, 3. К брусу приложены внешние нагрузки: равномерно распределенная нагрузка интенсивностью $q = 100 \text{ кН/м}$, сосредоточенная сила $P = qa$, момент $M = qa^2$. Определить усилия в стержнях, размеры их поперечных сечений, приняв допустимое напряжение $[\sigma]$ равным 160 МПа, значения перемещений точек A и B бруса. Поперечные сечения стержней 1, 2, 3 – круг, квадрат и равнополочный уголок соответственно.

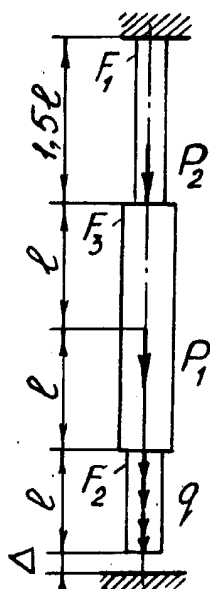


$= 45^\circ$.

Принять $a = 1 \text{ м}$, $l = 1,5 \text{ м}$, $\alpha = 30^\circ$, β

Задание Р-2

На расчетной схеме показан стальной стержень со ступенчато меняющейся площадью поперечного сечения в недеформированном состоянии. Установится ли система статически неопределимой после приложения показанной на схеме нагрузки. Если да, раскрыть статическую неопределимость, построить эпюру нормальных сил N , возникающих после приложения нагрузки.



Определить значение допускаемой нагрузки $[q]$, если величина первоначального зазора Δ между торцом одной из ступеней стержня и основанием или между торцами двух стержней равна $2ql^2/EF_2$.

$l = 0,4$ м, $P_1 = ql$, $P_2 = 1,5ql$, $F_1 = 0,8F_2$, $F_3 = 1,25F_2$, $F_2 = 10$ см², модуль упругости материала стержня равен $E = 2 \cdot 10^5$ МПа, допускаемое напряжение $[\sigma] = 240$ МПа.

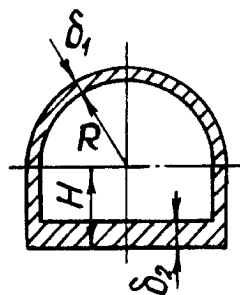
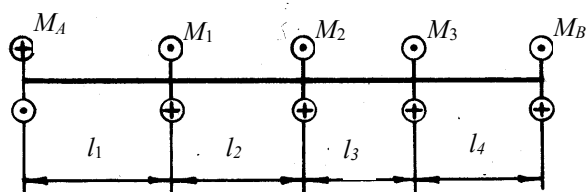
Задание К-1

На ступенчатый стержень, концы которого жестко защемлены, действуют моменты M_1 и M_2 . Одна часть стержня имеет круглое поперечное сечение, другая – прямоугольное. Раскрыть статическую неопределимость, построить эпюру крутящих моментов, определить максимальное касательное напряжение и коэффициент запаса прочности по отношению к пределу текучести

материала $\tau_t = 120$ МПа.

Задание К-2

К тонкостенному стальному стержню приложены моменты M_A , M_B , M_1 , M_2 , M_3 . Длины участков стержня равны $l_1 = 0,4$ м, $l_2 = 0,2$ м, $l_3 = 0,3$ м, $l_4 = 0,6$ м. Из



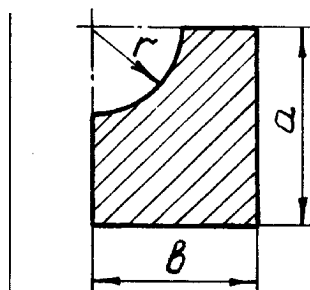
условия равновесия определить значение момента M_B , построить эпюры

крутящих моментов и углов

закручивания, полагая левый торец стержня неподвижным. Определить значение наибольшего касательного напряжения, проверить стержень на прочность по допускаемым касательным напряжениям. $[\tau]$ принять равными 80 МПа. Поперечное сечение стержня показано на рисунке. Толщины стенок стержня принять равными $\delta_1 = 0,4$ см, $\delta_2 = 0,6$ см.

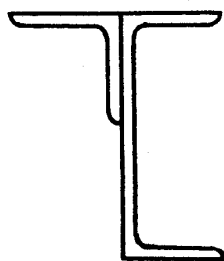
Задание С-1

Для поперечного сечения стержня, составленного из простых геометрических фигур, определить положение главных центральных осей, вычислить значения главных



центральных моментов инерции. Принять $a = 8$ см, $b = 6$ см, $r = 4$ см.

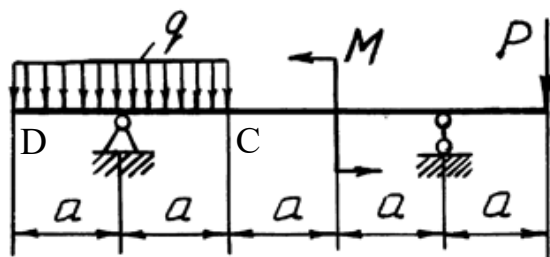
Задание С-2



Стержень выполнен из прокатных профилей сваренных между собой. Определить положение главных центральных осей составного поперечного сечения и вычислить значения главных центральных моментов инерции.

Задание И-1

Для балки, расчетная схема которой приведена на рисунке, определить размеры поперечного сечения из условия прочности по нормальным



напряжениям, построить эпюру касательных напряжений для сечения с наибольшей поперечной силой, проверить балку на прочность по касательным напряжениям. Определить вертикальное перемещение сечения C и угол поворота сечения D. В качестве

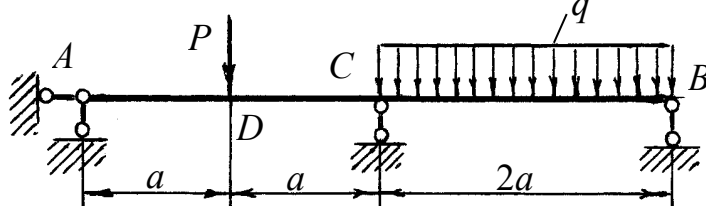
альтернативного варианта подобрать размер двутавровой балки, сопоставить балки по металлоемкости.

Допускаемые напряжения для материала балки принять равными $[\sigma] = 160$ МПа, $[\tau] = 80$ МПа,

Принять $B = 12\delta$, $H = 18\delta$, $R = 6\delta$, $h = 3\delta$, $h_1 = 6\delta$,
 $q_1 = 2q$, $P = qa/2$, $M = qa^2/2$, $q = 50$ кН/м, $a = 1$ м.

Задание СН-1

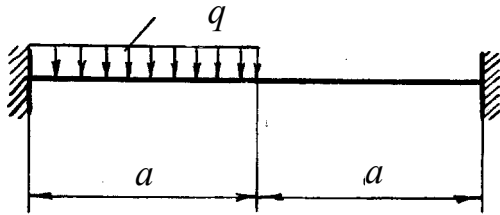
Раскрыть статическую неопределимость балки, нагруженной равномерно



распределенной нагрузкой интенсивности $q = 40$ кН/м и сосредоточенной силой $P = qa$, построить эпюру суммарных изгибающих моментов. Подобрать сечение двутавровой балки из условия прочности по

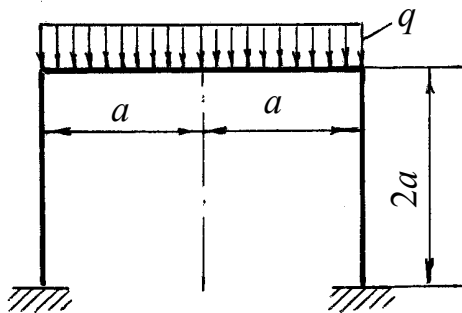
нормальным напряжениям, если допускаемое напряжение $[\sigma]$ равно 160 МПа, $a =$

1 м.

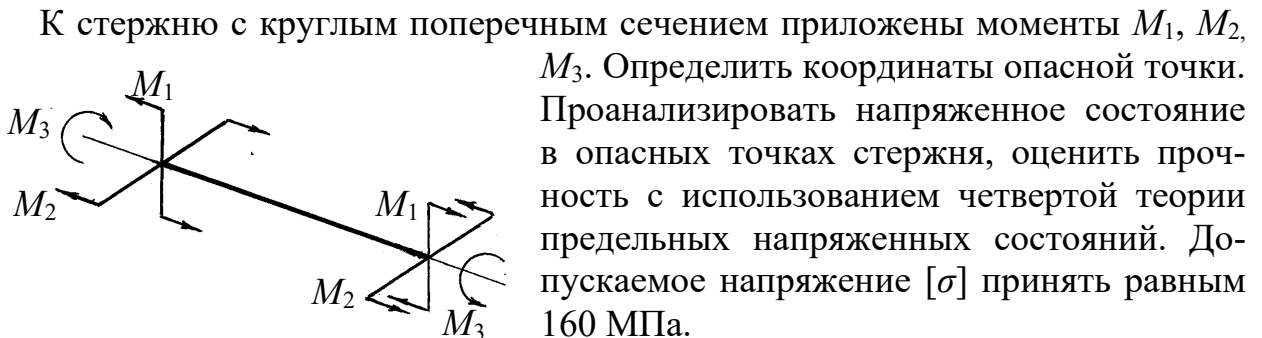
Задание СН-2

Раскрыть статическую неопределенность балки постоянного по длине поперечного сечения, расчетная схема которой приведена на рисунке, построить эпюру суммарных изгибающих моментов.

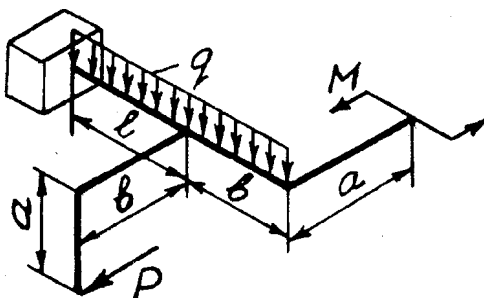
Принять $P = qa$, $M = qa^2$.

Задание СН-3

Раскрыть статическую неопределенность плоской рамы с использованием симметрии стержневой системы. Построить эпюру суммарных изгибающих моментов. Все стержни рамы имеют одинаковую жесткость при изгибе равную EJ .

Задание НС-1

К стержню с круглым поперечным сечением приложены моменты M_1 , M_2 , M_3 . Определить координаты опасной точки. Проанализировать напряженное состояние в опасных точках стержня, оценить прочность с использованием четвертой теории предельных напряженных состояний. Допускаемое напряжение $[\sigma]$ принять равным 160 МПа.

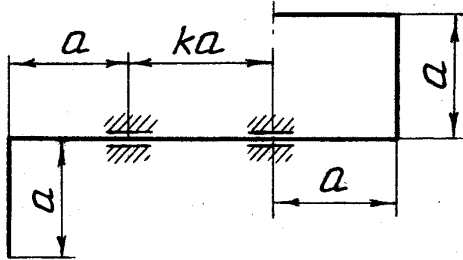
Задание НС-2

Для участка длиной l стержневой системы, приведенной на рисунке, подобрать размеры прямоугольного поперечного сечения, отношение сторон h/b которого составляет 1,5. Принять допускаемое напряжение $[\sigma]$ равным 160 МПа, $P = qa$, $M = qa^2$, $l = 2a$, $b = a$, $q = 10$ кН/м, $a = 0,4$ м. При оценке

прочности в опасных точках стержня использовать третью теорию прочности.

Задание Д-1

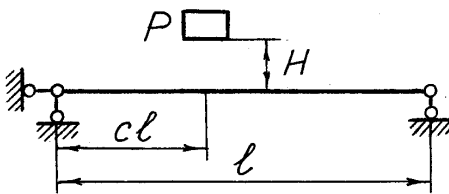
Стержневая система вращается с постоянной скоростью относительно оси, проходящей через подшипниковые узлы. В подшипниках возникают только радиальные реакции. Стержни системы имеют круглое поперечное сечение диаметра $d = 20\text{ мм}$. Определить допускаемое число оборотов системы, если $a = 0,4\text{ м}$, $k = 1$, допускаемое напряжение для материала стержней равно 160 МПа . Плотность материала стержней ρ равна 7800 кг/м^3 .



Определить допускаемое число оборотов системы, если $a = 0,4\text{ м}$, $k = 1$, допускаемое напряжение для материала стержней равно 160 МПа . Плотность материала стержней ρ равна 7800 кг/м^3 .

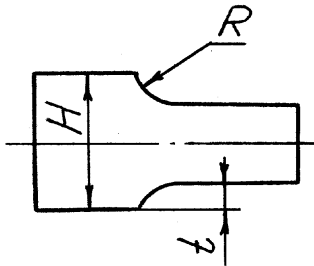
Задание Д-2

Груз весом $P = 0,2\text{ кН}$ падает на сечение O балки, выполненной из двутавра, с высоты $H = 0,2\text{ м}$. Длина балки l равна 2 м . Сечение O расположено на расстоянии cl от опоры балки. Определить, как меняются максимальные напряжения, возникающие в балке при ударе, в зависимости от значения c .



Задание УП-2

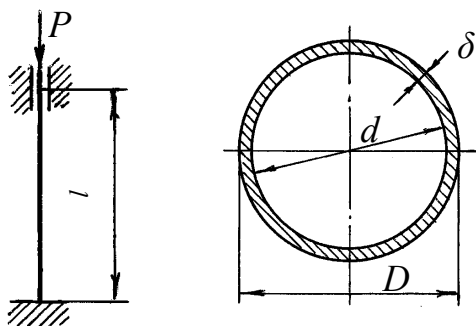
Определить коэффициент запаса усталостной прочности детали, выполненной из стали с характеристиками:



предел прочности $\sigma_b = 690\text{ МПа}$, предел текучести $\sigma_T = 360\text{ МПа}$, предел выносливости при изгибе $\sigma_{-1} = 290\text{ МПа}$. Размеры детали $H = 40\text{ мм}$, толщина $h = 12\text{ мм}$, $R = 2\text{ мм}$, $t = 2\text{ мм}$. Деталь подвергается изгибу моментами, действующими в плоскости чертежа $M^{\max} = 0,28\text{ кН}\cdot\text{м}$, $M^{\min} = -0,2\text{ кН}\cdot\text{м}$.

Состояние поверхности галтельной части детали считать соответствующим тонкой обточке.

Задание У-1



Подобрать размеры поперечного сечения стержня с кольцевым поперечным сечением. Длина стержня l равна 12 м . Толщину стенок стержня δ принять равной 7 мм . На стержень действует сила P равная 800 кН .

Материал стержня сталь Ст.3. Допускаемые напряжения при сжатии $[\sigma]_c$ при-

нять равными 160 МПа. На концы стержней по осям x и y наложены одинаковые связи.

Аннотация рабочей программы дисциплины Б1.Б14 Сопротивление материалов

Код и название направления подготовки:

15.03.03 «Прикладная механика»

Профиль: Надёжность и безопасность машин

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

1. Цель дисциплины: овладение знаниями и практическими навыками использования методов расчета простейших конструкций и деталей машин, для которых могут использоваться расчетные схемы стержня, стержневой системы, тонкостенной оболочки вращения, толстостенного цилиндра на прочность и жесткость, долговечность; овладение методиками расчетов на устойчивость простейших конструкций, для которых могут использоваться расчетные схемы стержня; овладение методами испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояния.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП:

Дисциплина относится к базовой части блока Б1.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие компетенций (коды, в соответствии с ФГОС ВО) ОПК-4; ОПК-5; ОПК-6; ОК-7; ОПК-2; ОПК-3; ПК-1; ПК-5; ПК-6; ПК-4; ПК-2; ПК-3; ПК-9; ПК-12.

4. Общая трудоёмкость дисциплины составляет 7 зачётных единиц (252 часа).

5. Основные разделы дисциплины: введение в сопротивление материалов; метод сечений; центральное растяжение и сжатие стержня; методы испытаний и экспериментального исследования напряженно-деформированного состояний; сдвиг, кручение; геометрические характеристики плоских сечений; прямой поперечный изгиб; перемещения в стержневых системах; расчет статически неопределимых систем; основы теории напряженного и деформированного состояния; сложное сопротивление; косой изгиб; внецентренное растяжение-сжатие; динамическое действие нагрузок; устойчивость продольно сжатых стержней; расчеты на прочность при регулярных режимах переменных напряжений; толстостенные трубы и тонкие осесимметричные оболочки

6. Авторы:

Сакало В.И. профессор, д.т.н.

ФИО, должность, ученая степень

7. Рабочая программа дисциплины рассмотрена на заседании кафедры

«МиДПМ» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет» от « 30 » 08 2018 г., протокол №1 и утверждена первым проректором по учебной работе «31» 08 2018 г.

Лист регистрации изменений

Порядко- вый номер изменения	Раздел, пункт	Вид изменения (заменить, анну- лировать, добавить)	Дата вне- сения из- менения	Ф.И.О., подпись ли- ца, внёсшего изменение	Номер и дата прото- кола научно- метод. совета университета