



**Федеральное агентство морского и речного транспорта
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»
Московская государственная академия водного транспорта - филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала
С.О. Макарова»**

Кафедра Теоретической механики



УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала
И.Н. Мищенко
«31» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины **СЗ.Б.2«Механика. Сопротивление материалов»**

Специальность – **26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств
автоматики»**

Уровень высшего образования – **специалитет**
Форма обучения – **очная / заочная**

Москва
2017

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

В результате освоения ОПОП специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-26	способность и готовность эффективно использовать материалы, электрооборудование, соответствующие алгоритмы и программы для расчетов параметров технологических процессов	Знать: механические характеристики материалов
		Уметь: составлять расчетные схемы, определять реакции опорных устройств, определять наиболее опасные зоны в машиностроительных конструкциях
		Владеть: методами расчетов статических и динамических нагрузок
ПК-27	способность и готовность организовать и эффективно осуществлять контроль качества запасных частей, комплектующих изделий и материалов, производственный контроль технологических процессов, качества продукции, услуг и конструкторско-технологической документации	Знать: гипотезы о свойствах материалов, принцип начальных параметров
		Уметь: классифицировать внешние нагрузки, определять геометрические характеристики поперечных сечений конструкций
		Владеть: методами математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части и обеспечивает логическую связь, во-первых, между физикой и математикой, применяя математический аппарат к описанию и изучению физических явлений в материалах, и, во-вторых, между естественнонаучными дисциплинами и профессиональными дисциплинами.

Требования к входным занятиям, умению и компетенции студентов:

Студент должен:

Знать: физические основы механики; элементы векторной и линейной алгебры, аналитической геометрии, основы дифференциального и интегрального исчисления; основы теоретической механики

Уметь: применять полученные знания математики к решению задач сопротивления материалов;

Владеть: навыками работы с учебной литературой, электронными базами данных; навыками решения задач линейной и векторной алгебры, дифференциального и интегрального исчислений.

На материале курса базируются такие важные для общего инженерного образования дисциплины, как Теория механизмов и машин. Детали машин и основы конструирования, Материаловедение и технология конструкционных материалов, Общесудовые и специальные системы, а также большое число специальных инженерных дисциплин, посвященных разработке методов расчета, проектирования и эксплуатации оборудования.

3. Объем дисциплины в зачетных единицах и виды учебных занятий

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 час.

Вид учебной работы	Форма обучения			
	Очная		Заочная	
	Всего часов	из них в семестре № 5	Всего часов	из них на курсе № 3
Общая трудоемкость дисциплины		72	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем, всего	32	32	12	12
В том числе:				
Лекции	16	16	6	6
Практические занятия	16	16	6	6
Самостоятельная работа, всего	40	40	56	56
В том числе:				
Другие виды самостоятельной работы	40	40	56	56
Промежуточная аттестация:			4	4
<i>Зачет с оценкой</i>	з/о	з/о	з/о	з/о

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Содержание разделов (тем) дисциплины (лекционные занятия)

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная
1	Общие положения. Растяжение и сжатие.	Сопротивление материалов. Цели и задачи дисциплины. Понятие прочности, жесткости и устойчивости. Основные гипотезы о свойствах материала. Общие представления о деформациях. Касательное и нормальное напряжение. Растяжение и сжатие. Напряжения и деформации при растяжении – сжатии. Закон Гука. Модуль упругости первого рода, коэффициент Пуассона. Условия прочности. Определение перемещений сечений. Статически неопределимые задачи. Диаграмма растяжения, сжатия малоуглеродистой стали. Механические характеристики материалов. Выбор предельного состояния. Коэффициент запаса.	2	1
2	Геометрические характеристики плоских сечений. Сдвиг	Геометрические характеристики плоских сечений. Статический момент площади сечения. Осевой и полярный моменты инерции. Моменты инерции при параллельном переносе осей. Главные оси и главные моменты инерции. Момент сопротивления, радиус инерции.	2	1

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная
		Чистый сдвиг. Закон Гука для сдвига, модуль упругости второго рода. Расчет заклепочных и сварных соединений.		
3	Кручение.	Кручение прямого стержня. Построение эпюр крутящих моментов. Распределение касательных напряжений по поперечному сечению. Определение деформаций. Условия прочности и жесткости при кручении.	2	0,5
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Теории прочности.	Виды напряженного состояния (одноосное, плоское, объемное напряженное состояние). Главные напряжения и главные площадки. Индексация главных напряжений. Понятие о деформированном состоянии в точке тела. Обобщенный закон Гука. Понятие о теориях прочности.	2	1
5	Прямой поперечный изгиб. Косой изгиб.	Общие понятия о деформации изгиба. Чистый изгиб. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Дифференциальные зависимости при изгибе. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Условие прочности по нормальным напряжениям. Расчет касательных напряжений. Распределение нормальных и касательных напряжений на примере двутаврового сечения. Рациональные формы сечений. Косой изгиб. Внецентренное растяжение-сжатие, изгиб с кручением, кручение с растяжением-сжатием. Общий случай сложного сопротивления. Теоремы о взаимности работ и перемещений. Интеграл Мора. Способ Верещагина.	2	0,5
6	Расчет статически неопределимых систем методом сил. Сложное сопротивление.	Расчет простейших статически неопределимых стержневых систем. Метод сил. Канонические уравнения. Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских и пространственных стержневых системах. Сложное сопротивление.	2	0,5
7	Продольный и поперечный изгиб.	Устойчивость сжатых стержней. Критическая сила. Формула Эйлера. Условия применимости формулы Эйлера. Практические методы расчета на устойчивость. Понятие о продольно-поперечном изгибе.	2	0,5

№ п/п	Наименование раздела (темы) дисциплины	Содержание раздела (темы) дисциплины	Трудоемкость в часах по формам обучения	
			очная	заочная
8	Расчеты на выносливость и динамические расчеты.	Усталость металлов. Предел выносливости. Диаграмма предельных амплитуд. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчеты на прочность при напряжениях, циклически меняющихся во времени. Коэффициенты запаса. Колебания упругих систем. Расчет элементов, движущихся с ускорением. Виды удара. Основные допущения технической теории удара. Условия прочности при ударе.	1	0,5
9	Расчеты по предельным нагрузкам.	Расчет элементов по предельным нагрузкам.	1	0,5
	итого		16	6

4.2. Лабораторные работы – не предусмотрены.

4.3. Практические/семинарские занятия

№ п/п	Номер раздела (темы) дисциплины	Наименование и содержание семинарских / практических занятий	Трудоемкость в часах очно/заочно
1	1	Статически определяемые задачи на растяжение-сжатие. Определение продольных сил, нормальных напряжений. Расчет на прочность и жесткость. Статически неопределяемые задачи на растяжение-сжатие. Температурные деформации.	2/1
2	2	Решение задач на тему: «Геометрические характеристики плоских сечений. Чистый сдвиг».	2/1
3	3	Статически определяемые и статически неопределяемые задачи на кручение. Расчет на прочность и жесткость при кручении.	2/1
4	5	Изгиб. Определение опорных реакций. Построение эпюр внутренних силовых факторов для статически определяемых систем. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Определение перемещений с помощью интеграла Мора. Способ Верещагина.	2/1
5	4	Решение задач на тему: «Исследование напряжённого и деформированного состояния в точке».	2/1
6	6	Статически неопределяемые системы при изгибе. Расчёт статически неопределяемых рам. Решение задач на тему: «Внецентренное растяжение-сжатие» Решение задач на тему: «Изгиб с кручением»	2/1
7	7	Устойчивость стержневых систем.	2
8	8	Расчеты на прочность при циклически изменяющихся напряжениях.	1

№ п/п	Номер раздела (темы) дисциплины	Наименование и содержание семинарских / практических занятий	Трудоемкость в часах очно/заочно
		Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Колебания системы с несколькими степенями свободы. Расчеты на ударную нагрузку. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.	
9	9	Расчеты по предельным нагрузкам	1
	итого		16/6

5. Перечень учебно-методического обеспечения самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

5.1. Самостоятельная работа

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Наименование работы и содержание
1	Изучение литературы по дисциплине	Феодосьев В.И. «Сопротивление материалов», изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана., М., 2007 г. и предыдущие издания Атаров Н.М. «Сопротивление материалов в примерах и задачах», ИНФРА –М 2011 г.

5.2. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

№ п/п	Наименование работы, ее вид	Выходные данные	Автор(ы)
1	Подготовка к лекциям:	Сопротивление материалов. Учебник М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2005. 512 стр.	Феодосьев В.И.
2	Подготовка к практическим:	Сопротивление материалов в примерах и задачах. Учебное пособие М.: ИНФРА –М 2011 г.. 416 стр.	Атаров Н.М.
		Сопротивление материалов. Методические рекомендации по выполнению расчетно-проектировочных работ М.: Альтаир, 2009 - 62 стр.	Подгорный А.С.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в обязательном приложении к рабочей программе.

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

Название	Автор	Вид издания (учебник, учебное пособие)	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
Основная литература			
Сопротивление материалов (с основами строительной механики)	Г.С. Варданян, Н.М. Атаров, А.А. Горшков.	Учебник	М.: ИНФРА-М, 2015. - 480 с.
Сопротивление материалов в примерах и задачах	Атаров Н.М.	Учебное пособие	М.: ИНФРА –М 2016 г.. 416 стр

Название	Автор	Вид издания (учебник, учебное пособие)	Место издания, издательство, год издания, кол-во страниц
Дополнительная литература			
Сопротивление материалов	Феодосьев В.И.	Учебник	М.: изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007 г. 512 стр.
Сопротивление материалов	В.А. Волосухин, В.Б. Логвинов, С.И. Евтушенко	Учебник	М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 543 с

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

№ п/п	Наименование информационного ресурса	Ссылка на информационный ресурс
1	Портал Сопромат.ру	http://www.soprotmat.ru/
2	Учебный портал по обучению сопротивлению материалов	http://www.mysopromat.ru/
3	Сайт кафедры для распространения учебного материала	www.mgavt.moy.su/load

9. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование информационной технологии /программного продукта	Назначение (базы и банки данных, тестирующие программы, практикум, деловые игры и т.д.)	Тип продукта (полная лицензионная версия, учебная версия, демоверсия и т.п.)
1	Операционная система Microsoft Windows 7	Операционная система	Полная лицензионная версия
2	MS Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint)	Офисный пакет приложений	Полная лицензионная версия

10. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий, тренажеров и пр.	Перечень основного оборудования
1	Учебная аудитория для лекционных занятий	Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска) Ноутбук и проектор для презентаций
2	Москва, ул. Судостроительная, д.44 стр.2 Лаборатория сопротивления материалов для проведения лабораторных работ П.22а	Комплект учебной мебели (столы, стулья, доска), 1) Макет машины ИМ-4Р для испытаний на растяжение-сжатие стальных образцов. 2. Макет винтовой машины УМ – 5 с рычажно- маятниковым силоизмерителем для определения упругих постоянных материала. 3. Прибор ЦТМ – 5 для измерения деформаций (цифровой тензометрический мост). 4. Макет испытательной машины УМЭ – 10ТМ

№ п/п	Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий, тренажеров и пр.	Перечень основного оборудования
		<p>для исследования напряженного состояния при поперечном изгибе балки.</p> <p>5. Лабораторная установка СМ4А для иллюстрации теоремы о взаимности перемещений.</p> <p>6. Установка СМ8М для проверки косого изгиба.</p> <p>7. Установка для определения напряжений и деформаций при изгибе, кручении и изгибе с кручением</p> <p>8. Маятниковый копер КМ – 0,5 для определения ударной вязкости металлов</p> <p>9. Макет установки для испытаний плоского бруса большой кривизны</p> <p>10. Установка для определения модуля сдвига</p> <p>11. Макет машины для испытаний на растяжение ИР – 200 – 0</p>
3	Компьютерный класс с выходом в Интернет (для самостоятельной работы)	Комплект учебной мебели (столы; стулья; доска); рабочие места в составе (ПК, монитор, клавиатура, мышь)

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Лекции являются основным видом учебных занятий в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится изложение современных научных взглядов и освещение основных проблем изучаемой области знаний.

Значительную часть теоретических знаний студент должен получать самостоятельно из рекомендованных основных и дополнительных информационных источников (учебников, Интернет-ресурсов, электронной образовательной среды университета).

В тетради для конспектов лекций должны быть поля, где по ходу конспектирования делаются необходимые пометки. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. Вопросы, возникшие в ходе лекций, рекомендуется делать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснениями к преподавателю.

После окончания лекции рекомендуется перечитать записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций рекомендуется использовать при подготовке к практическим занятиям (лабораторным работам, семинарам), экзамену/зачету, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

Рекомендации по подготовке к практическим занятиям

Для подготовки к практическим занятиям необходимо заранее ознакомиться с перечнем вопросов, которые будут рассмотрены на занятии, рекомендуемой основной и дополнительной литературы, содержанием рекомендованных Интернет-ресурсов. Необходимо прочитать соответствующие разделы из основной и дополнительной литературы, рекомендованной преподавателем, выделить основные понятия и процессы, их закономерности и движущие силы и взаимные связи. При подготовке к занятию не нужно заучивать учебный материал. На практических занятиях нужно выяснять у преподавателя ответы на интересующие или затруднительные вопросы, высказывать и аргументировать свое мнение.

Рекомендации по организации самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает изучение учебной литературы, поиск информации в сети Интернет, подготовку к практическим занятиям, экзамену/зачету, выполнение домашних практических заданий (рефератов, расчетно-графических заданий/работ, курсовых проектор/работ, оформление отчетов по лабораторным работам и практическим заданиям, решение задач, изучение теоретического материала, вынесенного на самостоятельное изучение, изучение отдельных функций прикладного программного обеспечения и т.д.).

Составитель:



Суринов В.В.

Рабочая программа рассмотрена на заседании кафедры
Теоретической механики и утверждена на 2017/2018 учебный год
Протокол № 11 от «31» августа 2017 г.

Зав. кафедрой:



/ Исаков А.В./

Декан СМФ



Якунчиков В.В.



**Федеральное агентство морского и речного транспорта
ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова»
Московская государственная академия водного транспорта - филиал
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего
образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала
С.О. Макарова»**

Кафедра Теоретической механики

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

дисциплины «Механика. Сопротивление материалов»

**Специальность – 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств
автоматики»**

Уровень высшего образования – специалитет

Форма обучения – очная / заочная

Москва
2017

1. Перечень компетенций и этапы их формирования в процессе освоения дисциплины

Рабочей программой дисциплины Сопротивление материалов предусмотрено формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Результаты освоения ОПОП (содержание компетенций)	Планируемые результаты освоения дисциплины
ПК-26	способность и готовность осуществлять монтаж, наладку, техническое наблюдение судовой техники, эффективно использовать материалы, оборудование, соответствующие алгоритмы и программы расчетов параметров технологических процессов	Знать: классификацию внешних нагрузок.
		Уметь: определять нормальные напряжения и касательные напряжения при различных видах внешнего нагружения.
		Владеть: методами использования гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы
ПК-27	способность и готовность организовать и эффективно осуществлять контроль качества запасных частей, комплектующих изделий и материалов, производственный контроль технологических процессов, качества продукции, услуг и конструкторско-технологической документации	Знать: гипотезы о свойствах материалов, принцип начальных параметров
		Уметь: классифицировать внешние нагрузки, определять геометрические характеристики поперечных сечений конструкций
		Владеть: методами математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов

2. Паспорт фонда оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации обучающихся

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Общие положения. Растяжение и сжатие.	31(ПК-26); У1(ПК-26); В1(ПК-26); 31(ПК-27); У1(ПК-27); В1(ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
2	Геометрические характеристики плоских сечений.	31(ПК-26); У1(ПК-26); В1(ПК-26); 31(ПК-27); В1(ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
3	Сдвиг. Кручение.	31(ПК-26); У1(ПК-26); 31(ПК-27); У1(ПК-27); В1(ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
4	Напряженное и деформированное состояние в точке тела. Теории прочности.	31(ПК-26); У1(ПК-26); В1(ПК-26); 31(ПК-27); У1(ПК-27); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
5	Прямой поперечный изгиб. Косой изгиб.	31(ПК-26); У1(ПК-26); В1(ПК-26); У1(ПК-27); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
6	Расчет статически неопределимых систем методом сил. Сложное сопротивление.	31(ПК-26); У1(ПК-26); В1(ПК-26); 31(ПК-27); У1(ПК-27); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
7	Продольный и поперечный изгиб.	31(ПК-26); В1(ПК-26); 31(ПК-27); У1(ПК-27); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
8	Расчеты на выносливость и динамические расчеты.	В1(ПК-26); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)
9	Расчеты по предельным нагрузкам.	В1(ПК-26); В1 (ПК-27)	Текущий контроль (опрос, тесты, расчетно-графические работы) Промежуточная аттестация (зачет с оценкой)

3. Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания

Результат обучения по дисциплине	Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания по дисциплине				Процедура оценивания
	2	3	4	5	
	не зачтено	Зачтено (с оценкой)			
31(ПК26) Знать: классификацию внешних нагрузок.	Отсутствие владения или фрагментарные владения классификацию внешних нагрузок.	Неполные представления о классификации внешних нагрузок.	В целом положительные, но содержащие отдельные пробелы знания классификации внешних нагрузок.	Сформированное знание об использовании основной классификации внешних нагрузок.	индивидуальное собеседование; письменные ответы на вопросы; – <i>зачет</i>
У1 (ПК-26) Уметь: определяет	Отсутствие владения	Неполные представления	В целом положительные	Сформированное умение	контрольная работа;

Результат обучения по дисциплине	Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания по дисциплине				Процедура оценивания
	2	3	4	5	
	не зачтено	Зачтено (с оценкой)			
ь нормальные напряжения и касательные напряжения при различных видах внешнего нагружения	или фрагментарные умение определять нормальные напряжения и касательные напряжения при различных видах внешнего нагружения	я о способах определения нормальных и касательных напряжений при различных видах внешнего нагружения	ые, но содержащие отдельные пробелы в умении определять нормальные напряжения и касательные напряжения при различных видах внешнего нагружения	определять нормальные напряжения и касательные напряжения при различных видах внешнего нагружения	тестирование ; – <i>зачет</i>
<i>В1 (ПК-26)</i> Владеть: методам и использования гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы	Отсутствие владения или фрагментарные владения методами использования гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы	Неполные представления о методами использования гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы	В целом положительные, но содержащие отдельные пробелы при использовании гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы	Сформированное умение использовать объединять инженерную постановку задач методами использования гипотез прочности при сложных видах нагружения, применяя компьютерные программы	расчетно-графическая работа; – <i>зачет</i>
<i>З1 (ПК-27)</i> Знать: ипотезы о свойствах материалов, принцип начальных параметров	Отсутствие владения или фрагментарные владения гипотезами о свойствах материалов, принципе начальных параметров	Неполные представления о гипотезах о свойствах материалов, принцип начальных параметров	В целом положительные, но содержащие отдельные пробелы знания гипотезы о свойствах материалов, принцип начальных параметров	Сформированное знание об использовании гипотезы о свойствах материалов, принцип начальных параметров	индивидуальное собеседование; письменные ответы на вопросы; – <i>зачет</i>
<i>У1 (ПК-27)</i> Уметь: классифицировать внешние нагрузки, определять геометрические характеристики поперечных	Отсутствие владения или фрагментарные умение классифицировать внешние	Неполные представления о способах классифицировать внешние нагрузки, определять геометрические	В целом положительные, но содержащие отдельные пробелы в умении классифициро	Сформированное умение классифицировать внешние нагрузки, определять геометрически	контрольная работа; тестирование ; – <i>зачет</i>

Результат обучения по дисциплине	Критерии оценивания результата обучения по дисциплине и шкала оценивания по дисциплине				Процедура оценивания
	2	3	4	5	
	не зачтено	Зачтено (с оценкой)			
сечений конструкций	нагрузки, определять геометрические характеристики поперечных сечений конструкций	ие характеристик и поперечных сечений конструкций	вать внешние нагрузки, определять геометрические характеристики поперечных сечений конструкций	е характеристик и поперечных сечений конструкций	
<i>В1 (ПК-27)</i> <i>Владеть:</i> методам и математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов	Отсутствие владения или фрагментарные владения методами математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов	Неполные представления о методах математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов	В целом положительные, но содержащее отдельные пробелы при использовании методов математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов	Сформированное умение использовать объединять инженерную постановку с методами математического анализа состояния конструкций с помощью компьютерных технологий; методами технического контроля и испытания материалов	расчетно-графическая работа; – <i>зачет</i>

4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

1. Вид текущего контроля: Устный опрос

Вопросы для устного опроса на учебных занятиях семинарского типа

1. Назовите основные гипотезы и допущения, принятые в сопротивлении материалов.
2. Как определяют значения внутренних силовых факторов?
3. Какие деформации называются упругими?
4. Какие деформации называются остаточными (пластическими)?
5. Какое напряжение называется нормальным, Какое напряжение называется касательным?
6. В чем заключается сущность метода сечений (правило РОЗУ)?
7. Что называется коэффициентом запаса прочности?
8. Как формулируется условие прочности?
9. По каким формулам находят координаты центра тяжести плоской фигуры?
10. Чему равна сумма осевых моментов инерции относительно двух взаимно перпендикулярных осей?
11. Какие оси называются главными?
12. Для каких фигур можно без вычислений установить положение главных центральных осей?

13. Относительно каких центральных осей осевые моменты инерции имеют наибольшее и наименьшее значения?
14. Как строится диаграмма растяжения?
15. Что называется пределом пропорциональности?
16. Что называется пределом упругости?
17. Что называется пределом текучести?
18. Что называется пределом прочности?
19. Что называется относительным сужением (шейкой образца)?
20. Что называется относительным удлинением?
21. Что называется истинным пределом прочности?
22. В чем заключается разница между пластичными и хрупкими материалами?
23. От каких факторов зависит значение запаса прочности.
24. Как формулируется закон Гука?
25. Что называется модулем упругости?
26. Что называется коэффициентом Пуассона?
27. Уравнение прочности при растяжении, сжатии.
28. Что называется абсолютным и относительным сдвигом?
29. Как формулируется закон Гука при сдвиге?
30. Какой модуль упругости больше: при растяжении или при сдвиге?
31. Какие напряжения возникают в поперечном сечении круглого стержня при кручении?
32. Как находится их величина в произвольной точке поперечного сечения?
33. Возникают ли при кручении нормальные напряжения?
34. Чему равен полярный момент инерции круглого сечения? В каких единицах он выражается?
35. Чему равен момент сопротивления кольцевого сечения? Почему нельзя сказать, что он равен разности моментов сопротивления наружного и внутреннего кругов?
36. Как находится величина угла закручивания?
37. Как производится расчет вала на прочность?
38. Как производится расчет вала на жесткость?
39. Как находится изгибающий момент в каком-либо сечении балки?
40. В каком случае изгибающий момент считается положительным?
41. Как находится поперечная сила в каком-либо сечении балки?
42. Как находится максимальный изгибающий момент?
43. Какой случай изгиба называется чистым изгибом?
44. Как изменяются нормальные напряжения по высоте балки?
45. Что называется нейтральным слоем и где он находится?
46. Что называется моментом сопротивления при изгибе?
47. Как выгоднее положить баку прямоугольного сечения при работе на изгиб: на ребро или плашмя?
48. Какое сечение имеет больший момент сопротивления при одинаковой площади круглое или квадратное?
49. Как находятся главные напряжения при изгибе?
50. Как определяют наибольшее числовое значение прогиба?
51. Какой случай изгиба называется косым изгибом?
52. Возможен ли косой изгиб при чистом изгибе?
53. В каких точках поперечного сечения возникают наибольшие напряжения при косом изгибе?
54. Может ли балка круглого поперечного сечения испытывать косой изгиб?
55. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня при изгибе с кручением?
56. Какие имеются виды напряженного состояния материала?
57. В чем заключается закон парности касательных напряжений?

58. Чему равна сумма нормальных напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам?
59. По каким площадкам возникают наибольшие и наименьшие нормальные напряжения?
60. Как находятся главные напряжения?
61. Чему равно наибольшее касательное напряжение в случае плоского напряженного состояния?
62. Что называется пределом выносливости?
63. Какая эмпирическая зависимость имеется между пределом выносливости и пределом прочности?
64. Как находится предел выносливости при несимметричном цикле?
65. Какие напряжения называются локальными?
66. В чем разница между теоретическим и действительным коэффициентами концентрации напряжений?
67. Как влияет на числовое значение действительного коэффициента концентрации напряжений характер обработки материала?
68. Как влияют размеры детали на числовое значение предела выносливости?
69. Как устанавливаются допускаемые напряжения при переменных напряжениях?
70. Какие практические меры применяются при борьбе с явлением усталости?
71. Какие задачи называются статически неопределимыми?
72. Каков общий порядок решений статически неопределимых задач?
73. Как находятся напряжения при изменении температуры?
74. Как находится удлинение стержня, растягиваемого собственным весом?
75. В чем заключается явление потери устойчивости сжатого стержня?
76. Какая сила называется критической?
77. По какой формуле находится величина критической силы?
78. Как изменится величина критической силы для стойки круглого сечения при уменьшении диаметра в 2 раза?
79. Как изменится величина критической силы при увеличении длины стойки в 2 раза?
80. В каких пределах применима формула Эйлера?
81. Что называется гибкостью стержня?
82. Как учитывается влияние способа закрепления концов стержня?
83. Чему равен коэффициент длины для различных случаев закрепления концов стержня?
84. Как производится проверка стержней на устойчивость при помощи коэффициента ФИ?
85. Как подбирается сечение стержня при расчете на устойчивость?

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного материала;
- языковое оформление ответа.

Показатели и шкала оценивания:

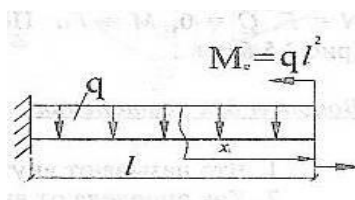
Шкала оценивания	Показатели
отлично	<ul style="list-style-type: none"> –обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; –обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; –излагает материал последовательно и правильно с точки зрения языкового оформления излагаемого материала –языковом оформлении излагаемого материала языковом оформлении излагаемого материала –норм литературного языка
хорошо	–обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого материала
удовлетворительно	обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но: <ul style="list-style-type: none"> –излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; –не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; –излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого материала
не удовлетворительно	обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

2. Вид промежуточной аттестации: зачет с оценкой (тестирование)**2.1. Перечень тестовых заданий для промежуточной аттестации****Тема 1. Внутренние силы**

1. Сколько уравнений статики необходимо составить для определения реакций двухопорной балки?

(а) два; (б) три (в) четыре (г) шесть

2. Для расчетной системы аналитическое выражение для поперечной силы: (а) $Q=q$ (б) $Q=qx$ (в) $Q=-qx$ (г) $Q=qx-ql^2$



3. Для той же расчетной схемы аналитическое выражение для изгибающего момента M_z : (а) $qx^2/2+ql^2$; (б) $qx^2/2-ql^2$; (в) $-qx^2/2+ql^2$; (г) $-qx^2/2-ql^2$;

4. Для расчетной схемы аналитическое выражение для поперечной силы на левом участке имеет вид $qx-F$

(а) $qx-F$ (б) $ql+F$ (в) $-qx-F$ (г) $ql-F$

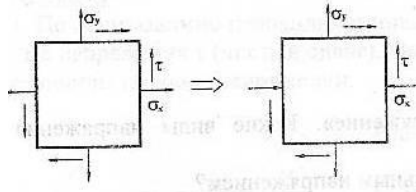
5. В расчетной схеме п. 4 выражение для изгибающего момента M_z :
 (а) $-ql(1/2+x)+Fx$; (б) $-qx^2/2+Fx$; (в) $ql(1/2+x)+Fx$ (г) $ql(1/2+x)+Fx$
6. Что возникает на эпюре поперечных сил Q в сечении, где приложена сосредоточенная сила F ?
 (а) прежде постоянные значения эпюры Q становится переменным;
 (б) скачок на величину силы F и в направлении F (если движемся слева);
 (в) изменяется наклон прямой линии эпюры Q ;
 (г) не отмечается изменений.
7. Что возникает на эпюре изгибающих моментов M в сечении, где приложена сосредоточенная сила F ?
 (а) изменений нет;
 (б) эпюра моментов претерпевает скачок на величину F ;
 (в) эпюра моментов становится линейной;
 (г) излом эпюры M на “острие” вектора F .
8. Что возникает на эпюре поперечных сил в сечении, где приложена внешняя пара сил M_e ?
 (а) скачок на величину M_e ;
 (б) эпюра M меняет значение на противоположное;
 (в) изменений нет;
 (г) изменяется наклон эпюры.
9. Что возникает на эпюре изгибающих моментов M в сечении, где приложена внешняя пара сил M_e ?
 (а) изменений нет
 (б) отмечается изменение угла наклона касательной к эпюре M
 (в) скачок на величину M_e в сторону сжимаемого этой парой “волокна”;
 (г) скачок на величину M_e в сторону растягиваемого этой парой “волокна”.
10. Если переходим с участка, на котором заканчивается действие равномерно распределенной нагрузки q , то на эпюре изгибающих моментов M :
 (а) происходит изменение угла наклона линейной эпюры;
 (б) криволинейная эпюра изменяет кривизну на противоположную;
 (в) эпюра M остается неизменной по характеру;
 (г) прежде криволинейная эпюра становится линейной.
11. На участке, где имеется равномерно распределенная нагрузка и эпюра изгибающих моментов изменяется по квадратичной зависимости, то наличие экстремума ($M_{\text{экстр.}}$) обусловлено:
 (а) изменением знака функции $M(x)$;
 (б) равенством нулю поперечной силы в пределах участка;
 (в) равенством нулю производной dQ/dx ;
 (г) изменением характера функции $M(x)$.
12. Условием определения (в пределах участка) положения сечения, где $M = M_{\text{экстр.}}$ является:
 (а) $dQ/dx=0$ (б) $q=0$ (в) $Q=0$ (г) скачок на эпюре M .

Тема 2. Геометрические характеристики плоских сечений

1. Статический момент площади сечения относительно центральной оси Y
(а) $S_y > 0$ (б) $S_y < 0$ (в) $S_y = 0$ (г) $S_y \neq 0$
2. Для какой из осей статический момент сечения S будет наибольшим:
(а) $-y$; (б) $-x_1$; (в) $-x_2$; (г) $-x_3$.
3. Если $J_y = J_z$, а $D_{yz} = 0$, то оси Y, Z являются
(а) центральными (б) главными центральными (в) осями симметрии (г) главными.
4. При повороте взаимно перпендикулярных осей Y и Z относительно общего начала координат сумма осевых моментов инерции ($J_y + J_z$):
(а) зависит от угла поворота (б) не изменяется (в) равна нулю (г) изменяется, но не зависит от угла поворота.
5. Ось Y изменила свое направление на противоположное. Значение какого момента инерции изменится: (а) J_y ; (б) J_z ; (в) D_{yz} ; (г) J_p
6. Осевой момент инерции для треугольника будет максимальным для
(а) z_0 ; (б) z_1 ; (в) z_2 ; (г) z_3 ;

Тема 3. Напряжения и деформации

1. Как изменится угол α_0 , если горизонтальная компонента нормального напряжения изменит направление на противоположное (при условии, что $\sigma_x > \sigma_y$)?



- (а) уменьшится, но сохранит знак
(б) возрастет, но сохранит знак
(в) уменьшится и изменит знак
(г) возрастет и изменит знак.
2. Для случая линейного напряженного состояния (частный случай объемного, когда два главных напряжения равны нулю) число главных площадок равно:
(а) 1; (б) 2; (в) 3; (г) бесконечное множество.
3. Как изменится сумма нормальных напряжений на любых двух взаимно перпендикулярных площадках при плоском напряженном состоянии, если площадки повернуть по часовой стрелке относительно главных?
(а) возрастет; (б) не изменится (в) уменьшится (г) станет равным нулю.
4. Для случая чистого сдвига наименьшее из трех главных напряжений равно:
(а) $\sigma_3 = \tau$ (б) $\sigma_3 = 0$ (в) $\sigma_3 = -\tau$ (г) $\sigma_3 = \sigma_1$
5. Чему равны экстремальные значения касательных напряжений, если известно, что одно главное растягивающее напряжение равно 40 МПа, а второе, сжимающее равно 60 МПа?
(а) 50 МПа (б) -10 МПа (в) 40 МПа (г) -20 МПа

Тема 4. Механические свойства материалов. Физические уравнения.

1. Машинная диаграмма выражает зависимость
(а) $\sigma \sim \epsilon$; (б) $\sigma \sim \Delta l$; (в) $F \sim \epsilon$; (г) $F \sim \Delta l$.

2. Всегда ли напряжения, определяемые давлением силы на начальную площадь, являются “истинными”?
(а) всегда (б) только в зоне текучести (в) только в зоне упрочнения (г) только в зоне малых упругих деформаций.
3. Для каких материалов не следует вычислять условный предел текучести $\sigma_{0.2}$?
(а) для всех пластичных (б) для хрупких (в) для пластичных материалов имеющих площадку текучести (г) для всех материалов.
4. При растяжении материал был нагружен таким образом, что произошло его упрочнение. Как изменились его свойства?
(а) увеличилась величина σ_{ij}
(б) увеличился σ_{pr} , а δ уменьшилось
(в) увеличились прочностные и пластические характеристики
(г) увеличились σ_{pr} и δ .
5. Какая из механических характеристик отличается при испытании нормальных и коротких ($l=5d$) образцов?
(а) σ_e ; (б) Ψ ; (в) σ_u ; (г) δ .
6. Для свойств хрупкого материала характерна следующая зависимость (р-растяжение, с-сжатие)
(в) $\sigma_{up} > \sigma_{uc}$; (б) $\sigma_{up} < \sigma_{uc}$; (в) $\sigma_{up} < \sigma_{uc}$; (г) $\sigma_{up} > \sigma_{uc}$.

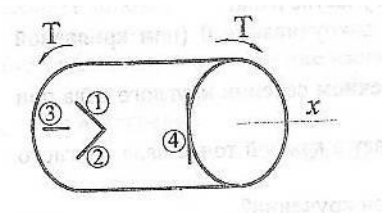
Тема 5. Растяжение и сжатие

1. Изложите гипотезу плоских сечений.
2. В чем заключается принцип Сен-Венана?
3. Как вычисляется значение продольной силы N в произвольном поперечном сечении бруса?
4. Что представляет собой эпюра продольных сил и как она строится?
5. Как распределены нормальные напряжения σ_x в поперечных сечениях центрального растянутого бруса и чему они равны?
6. В каких сечениях растянутого бруса возникают наибольшие нормальные напряжения?
7. Что называется жесткостью поперечного сечения при растяжении?
8. Как формулируется закон Гука? Запишите формулы абсолютной и относительной продольной деформации бруса?
9. Что представляет собой эпюра продольных перемещений?
10. Как учитывается собственный вес бруса в аналитическом выражении для продольной силы?
11. Как объяснить наличие множителя $\frac{1}{2}$ в формуле удлинения вертикального бруса постоянного сечения от собственного веса?
12. В чем смысл и какова формула поверочного расчета?
13. Как назначаются допускаемые напряжения для пластичных и хрупких материалов?
14. Как выполняется проектировочный расчет?
15. Какие три характерных вида задач встречаются при расчете на прочность конструкции?
16. Почему считается возможным отклонение до 5% фактического напряжения от допустимого?
17. Почему необходимо выполнять условие жесткости? Приведите примеры.

18. При проведении расчета на прочность по предельным состояниям с чем сравнивают фактические напряжения?
19. В поперечном сечении растянутого бруса возникают напряжения, которые называются ...
20. Жесткостью поперечного сечения при растяжении называют ...
3. Безопасная прочность бруса при растяжении определяется по формуле ...
4. Допустимые напряжения для пластичных материалов определяют по формуле ...
5. Допустимые напряжения при растяжении хрупких материалов определяют по формуле ...
6. Опасным поперечным сечением бруса является сечение, в котором действуют наибольшие ...
7. Центральным растяжением называют такой вид деформации, при котором в поперечном сечении возникает только одно внутреннее усилие - ...
8. С увеличением жесткости поперечного сечения бруса абсолютное удлинение ...
9. Площадь поперечного сечения бруса из условий безопасной прочности при растяжении определяется по формуле ...
10. Значение продольной силы в поперечном сечении бруса вычисляют из условия ...
11. Напряжения в системе СИ имеют размерность ...
12. Удлинение растянутого стержня определяется по формуле ...
13. При поверочном расчете сравнивают ...
14. При проектировочном расчете определяют ...
15. Условие жесткости при растяжении определяется выражением ...
16. Отличие расчета на прочность по предельным состояниям от расчета по допустимым напряжениям состоит в ...

Тема 6. Кручение

1. Касательные напряжения в поперечном сечении вала направлены:
 - (а) к оси вала (б) перпендикулярно плоскости действия T (в) вдоль образующей (г) перпендикулярно радиусу сечения.
2. Полярный момент сопротивления W_p определяется как:
 - (а) P_{\max}/I_p (б) I_p/P_{\max} (в) I_p/T (г) T/I_p
3. Наибольшее касательное напряжение при кручении определяется по формуле ☺
 - (а) T/W_p (б) $T/J_p \cdot r$ (в) M_z/W_z (г) Q/A
4. Какая из указанных на рисунке площадок (1 и 2 наклонены к оси под углом 45°) является опасной для:



- (а) хрупкого материала (б) пластичного материала (в) анизотропного (дерево)

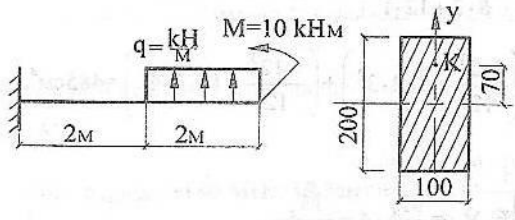
Ответы: - в площадке 1 действует σ_1 – наибольшее главное растягивающее напряжение, а хрупкие материалы имеют прочность на растяжение минимальную (а) – 1;

- в площадках 4 и 3 действуют равные по величине касательные напряжения, но пластичный материал имеет прочность на срез, составляющую от прочности на растяжение только 50-60 %, поэтому (б) – 4;
- деревянный вал имеет наименьшую прочность вдоль волокон и разрушается по площадке 3, т.о. (в) -3.

5. Какое из выражений соответствует величине полярного момента инерции, если C равно отношению внутреннего диаметра кольца к внешнему:
 (а) $\pi d^4/64(1-c^4)$; (б) $\pi d^3/16(1-c^4)$; (в) $\pi d^4/32(1-c^4)$; (г) $\pi d^3/32(1-c^4)$.

Тема 7. Изгиб

1. Какова величина нормальных (а-г) и касательных (д-з) напряжений в опасном сечении в точке К?



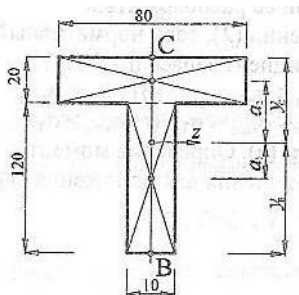
$\sigma_A =$:

- (а) 39.9 МПа; (б) 16.3 МПа;
 (в) 124 МПа; (г) 68.7 МПа;

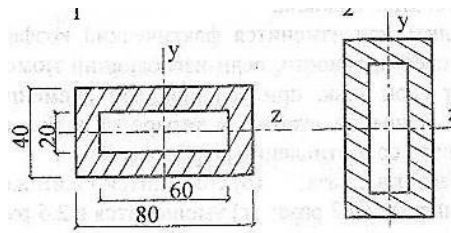
$\tau_A =$:

- (д) 4.6 МПа; (е) 3.47 МПа;
 (ж) 1.45 МПа; (з) 6.33 МПа;

2. Чугунная балка таврового сечения нагружена изгибающим моментом, действующим в вертикальной плоскости и растягивающим верхние волокна. Определить как изменится фактический коэффициент запаса прочности. Если изгибающий момент изменит свой знак, при условии, что временное сопротивление на сжатие в четыре раза больше временного сопротивления на растяжение.

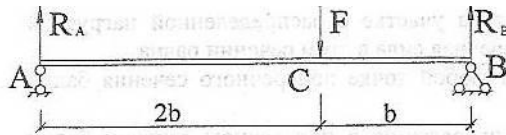


- (а) возрастет в 2 раза; (б) сохранится таким же; (в) уменьшится в 2 раза; (г) уменьшится в 2.5 раза.
3. Под действием нагрузки в вертикальной плоскости в балке, поперечное сечение которой изображено (1), возникает текучесть, $\sigma_{\max} = 280 \text{ МПа} > \sigma_{\text{тау}} = 240 \text{ МПа}$. В каком состоянии окажется та же балка, если ее расположить в положении (2), если нормативный коэффициент запаса $n_{\text{adm}} = 1.5$?



- (а) $\sigma_{\max} < \sigma_{\text{adm}}$; (б) $\sigma_{\max} = \sigma_{\text{adm}}$; (в) $\sigma_{\text{adm}} < \sigma_{\max} < \sigma_T$; (г) $\sigma_{\max} > \sigma_T$;

4. К балке постоянной жесткости EJ_z в точке С приложена сила F . Величина прогиба в этом сечении V_C , будет равна:

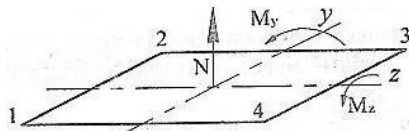


- (а) $-2/9 Fb^3/EJ_z$; (б) $-5/9 Fb^3/EJ_z$;

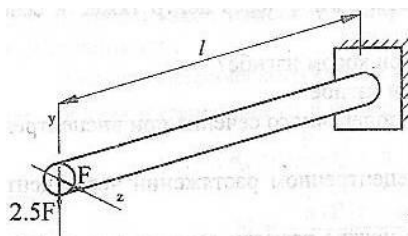
- (в) $-4/9 Fb^3/EJ_z$; (г) $-7/9 Fb^3/EJ_z$;

Тема 8. Сложное сопротивление

1. В опасном поперечном сечении бруса из пластичного материала действуют M_z , M_y , N в напряжениях, указанных на рисунке. Какая точка будет опасной?
(а) 1; (б) 2; (в) 3; (г) 4.

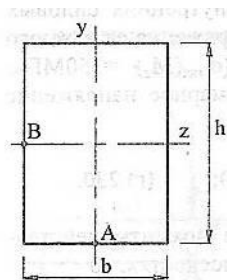


2. Если за консольную балку, имеющую круглое поперечное сечение диаметром D действуют две взаимно перпендикулярные силы в плоскости поперечного сечения, а предел текучести σ_y известен, то фактический коэффициент запаса прочности n будет равен:



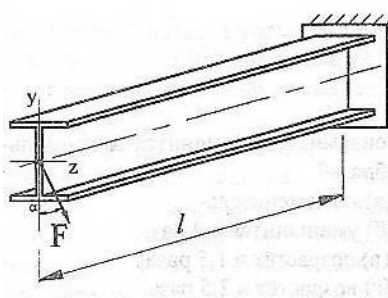
- (а) $\sigma_y D^3/35.7Fl$; (б) $\sigma_y D^3/27.4Fl$; (в) $\sigma_y D^3/25.5Fl$; (г) $\sigma_y D^3/21.4Fl$.

3. Короткий стержень, имеющий прямоугольное сечение с размерами $h > b$, сжат силой F , приложенной в первом случае в точке А, а во втором – в точке В. Какой случай опаснее? Ответ дать сравнив возникающие нормальные напряжения $\sigma_{\max}^I / \sigma_{\max}^{II}$. Это отношение равно



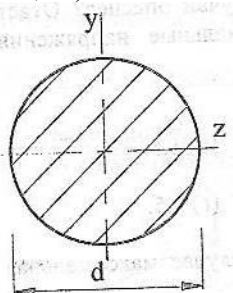
(a) 2.0; (б) 1.5; (в) 1.0; (г) 0.5.

4. Сила F действует в плоскости торцевого сечения балки. Во сколько раз возрастут наибольшие напряжения σ_{\max} , если направление силы F отклонится от вертикально α го на угол $\alpha = 30^\circ$? Поперечное сечение – двутавр № 24 ($W_z = 298 \text{ см}^4$; $W_y = 34.5 \text{ см}^4$).



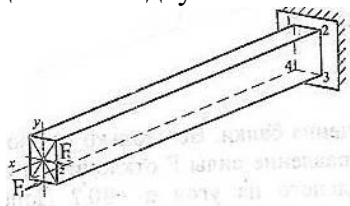
(a) 1; (б) 3; (в) 4; (г) 5.

5. Если в поперечном сечении стержня действуют два внутренних силовых фактора M_z и M_y , а наибольшие напряжения от каждого из них в отдельности известны ($\sigma_{\max}(M_z) = 150 \text{ МПа}$; $\sigma_{\max}(M_y) = 80 \text{ МПа}$), то большее суммарное напряжение равно:



(a) 170; (б) 190; (в) 210; (г) 230.

6. Если стержень из стали Ст.3 прямоугольного поперечного сечения находится под действием двух сил F_1 и F_2 , то то опасной в заделке является точка:



(a) 1; (б) 2; (в) 3; (г) 4.

Тема 9. Расчет статически неопределимых систем методом сил

- 1) Что называют статически определимыми и статически неопределимыми системами?
- 2) Что называется степенью статической неопределимости системы?
- 3) Как определяют степень статической неопределимости?
- 4) Что представляет собой основная система?
- 5) В чем заключается выбор основной системы?
- 6) Что выражает каждое из канонических уравнений?
- 7) Каков физический смысл произведений $X_i \cdot \delta_{ik}$?
- 8) Какие перемещения называют главными и побочными. Какими свойствами они обладают?

Тема 10. Расчет сжатых стержней на устойчивость

- 1) Что такое устойчивость?
 - 2) Что называется критической силой?
 - 3) Что называется гибкостью стержня? Размерность этой величины?
 - 4) Какой вид имеет формула Эйлера?
 - 5) Почему в формулу Эйлера для критической силы входит J_{min} ?
 - 6) По какой зависимости определяют критическое напряжение в случае, если напряжения превышают предел пропорциональности?
 - 7) Какой величиной ограничивается предел применимости формулы Эйлера?
 - 8) Почему при подсчете критических напряжений в формулу подставляют значения площади без учета местных ослаблений сечения?
 - 10) Что учитывает коэффициент продольного изгиба?
 - 11) В чем разница в понятиях – Эйлера сила и критическая сила, вычисляемая по формуле Эйлера?
 - 12) Как определяют наибольшие нормальные напряжения при продольно-поперечном изгибе?
 - 13) Почему расчет на устойчивость всегда предшествует расчету на продольно-поперечный изгиб?
 - 14) Почему при определении коэффициента запаса при продольно-поперечном изгибе его следует рассчитывать по допускаемым нагрузкам, а не по допускаемым напряжениям
- 1) Явление потери устойчивости заключается в ...
 - 2) В основе вывода формулы Эйлера положено дифференциальное уравнение ...
 - 3) С увеличением жесткости EJ поперечного сечения критическая сила ...
 - 4) С увеличением длины стержня критическая сила ...
 - 5) Коэффициент приведения длины зависит от ...
 - 6) Формула Тетмайера-Ясинского применяется для стержней, имеющих гибкость ...
 - 7) Использование формулы Эйлера вне пределов ее применимости приводит ...
 - 8) Предельная гибкость зависит только от ...
 - 9) При определении критических напряжений в формулу подставляют площадь ...
 - 10) Коэффициент ϕ продольного изгиба представляет собой ...
 - 11) Для определения величины коэффициента поперечного изгиба необходимо знать ... и ... стержня.
 - 12) При продольно-поперечном изгибе в сечении действуют не только изгибающие моменты от поперечных сил, но и моменты, вызываемые ...
 - 13) При продольно-поперечном изгибе наибольшее нормальное напряжение в стержне определяется по формуле ...
 - 14) Оценка коэффициента запаса при продольно-поперечном изгибе проводится не по допускаемым напряжениям, а по допускаемым ...

Тема 11. Динамическое нагружение

- 1) Какие нагрузки называют динамическими?

- 2) Как определяют величины динамических напряжений?
- 3) Что полагается в основу при выводе формул для определения перемещений при ударе?
- 4) Что представляет собой динамический коэффициент?
- 5) Что следует предпринять, чтобы динамический коэффициент снизить?
- 6) Влияет ли модуль продольной упругости на величину динамических напряжений? Обоснуйте.
- 7) Какой вид имеет формула динамического коэффициента при ударе?
- 8) Какие колебания называются собственными?
- 9) Какой вид имеет формула коэффициента при вынужденных колебаниях?
- 10) Что такое условие резонанса?
- 11) В чем заключается явление резонанса?
- 12) Какие возможны решения для снижения динамических напряжений при вынужденных колебаниях?
- 13) Опасно ли кратковременное попадание в зону резонанса деталей механизма при его разгоне?
- 14) В чем состоит опасность длительной работы конструкции при вынужденных колебаниях с частотой близкой к частоте собственных колебаний?
- 15) Объясните суть демпфирования системы.

ТЕМА 12. Прочность материалов при циклических напряжениях

- 1) В чем заключается явление усталости материала?
- 2) Что называют циклом напряжений?
- 3) Какие циклы вам известны?
- 4) Какие параметры характеризуют цикл напряжений?
- 5) Какие циклы называются подобными?
- 6) Что представляет собой кривая усталостной прочности? Что называют пределом выносливости?
- 7) Какую величину называют базовым числом циклов?
- 8) Что представляет собой диаграмма предельных амплитуд?
- 9) Как на диаграмме предельных амплитуд располагаются точки, соответствующие подобным циклам?
- 10) Как схематизируют диаграмму предельных амплитуд?
- 11) Сколько характеристик прочности материалов позволяют построить схематизированную диаграмму?
- 12) Какие факторы влияют на усталостную прочность?
- 13) Почему расчеты на усталостную прочность выполняются как проверочные?
- 14) Как определяют коэффициент запаса усталостной прочности?
- 15) Как определяют коэффициент запаса для детали, испытывающей одновременно циклические нормальные и касательные напряжения?

Критерии и шкала оценивания выполнения тестовых заданий

Для перевода баллов в оценку применяется универсальная шкала оценки образовательных достижений.

Каждое тестовое задание варианта имеет определенный порядковый номер и четыре возможных варианта ответа обозначенных буквами а, б, в и г, из которых - один верный и три неверных.

Критерии оценивания:

Если обучающийся набирает

От 90 до 100% от максимально возможной суммы баллов - выставляется оценка «отлично»;

От 80 до 89% - оценка «хорошо»,

От 60 до 79% - оценка «удовлетворительно»,
Менее 60 % - оценка незачет

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного материала

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
5	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;– излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка
4	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «5», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1-2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого
3	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого
2	<ul style="list-style-type: none">– обучающийся обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал

2. Вид текущего контроля:

2.1. Контрольные работы. Расчетно-графические работы

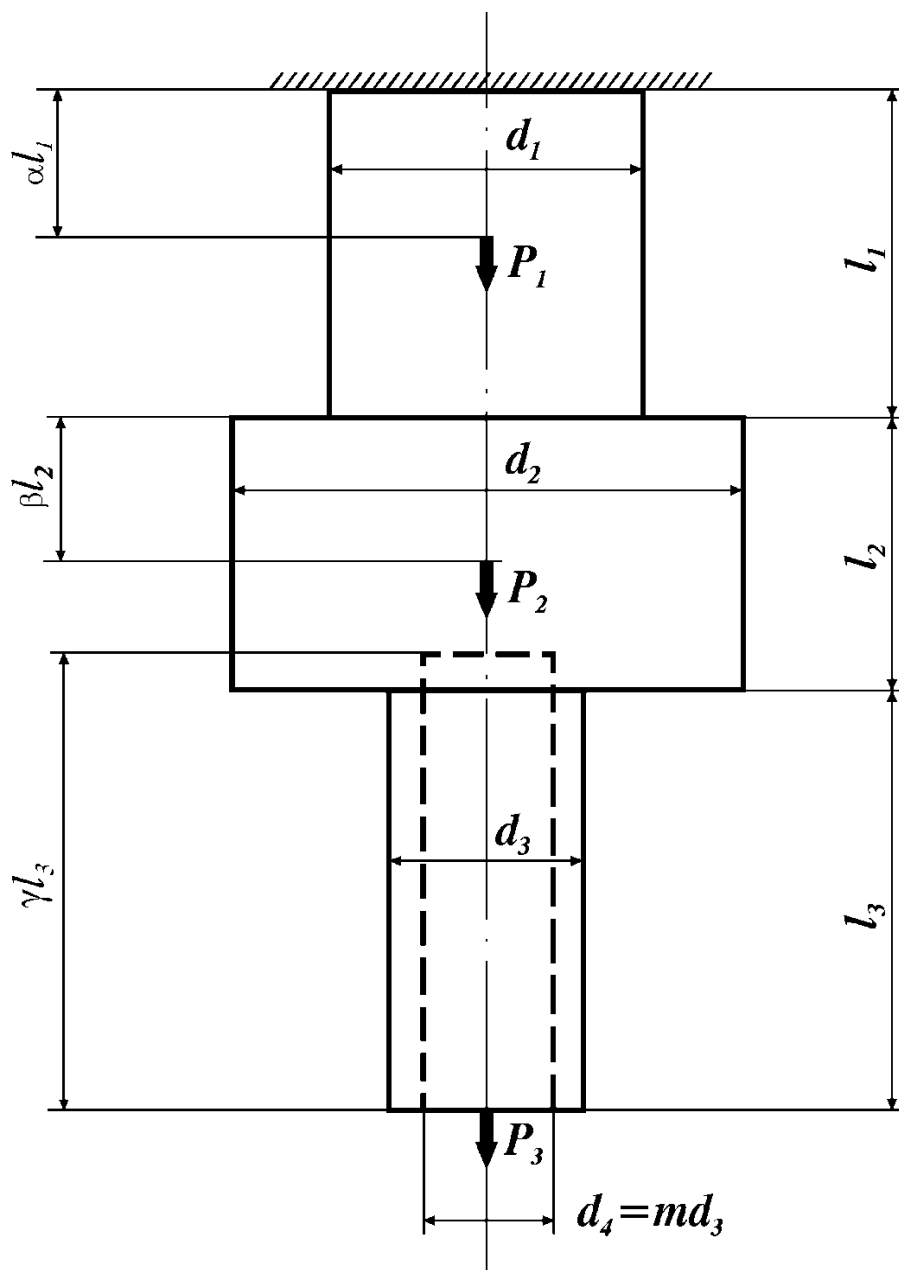
Перечень контрольных работ/ расчетно-графических заданий:

Задание 1. Расчет на растяжение и сжатие ступенчатого стержня.

Для ступенчатого стержня, заданного вариантом задания, требуется:

1. Построить эпюру нормальных усилий, возникающих в поперечных сечениях.
2. Определить необходимые для обеспечения прочности диаметры ступеней, после чего привести расчетную схему стержня изобразив все размеры в масштабе.
3. Построить эпюры продольных сил, нормальных напряжений поперечных сечениях и осевых перемещений по длине стержня.

Первая цифра варианта	P ₁	P ₂	P ₃	m	Вторая цифра варианта	l ₁	l ₂	l ₃	α	β	γ	E	[σ]
													МПа
0	1	3	-2	0,60	0	200	300	400	0,3	0,5	1,5	7*10 ⁴	100
10	-1	3	-5	0,80	1	250	250	350	0,5	0,3	0,5	2*10 ⁵	160
20	2	-5	1	0,75	2	300	400	200	0,4	0,6	1,3	1*10 ⁵	120
30	-2	3	4	0,70	3	350	350	250	0,7	0,2	1,2	2*10 ⁵	140
40	3	-5	4	0,90	4	400	200	300	0,3	0,8	1,4	2*10 ⁵	200
50	-3	1	5	0,85	5	200	400	300	0,6	0,6	1,5	7*10 ⁴	80
60	4	-3	2	0,65	6	250	350	250	0,5	0,7	2,0	7*10 ⁴	150
70	-4	5	2	0,50	7	300	300	400	0,4	0,4	1,8	1*10 ⁵	80
80	5	-3	1	0,55	8	350	250	300	0,2	0,5	1,6	2*10 ⁵	240
90	-5	2	4	0,95	9	400	300	200	0,7	0,6	0,8	1*10 ⁵	100



Задание II.Расчёт геометрических характеристик плоских сечений.

Задание связано с расчётом геометрических характеристик плоского сечения, имеющего одну ось симметрии, аналитическим методом и (по решению преподавателя) с применением ЭВМ по программе, разработанной на кафедре.

Для заданной вариантом формы поперечного сечения с одной осью симметрии (№ рисунка сечения соответствует порядковому номеру студента по списку в журнале занятий) определить положение главных центральных осей инерции и величину моментов инерции, моментов сопротивления и радиусов инерции относительно этих осей. Построить эллипс инерции.

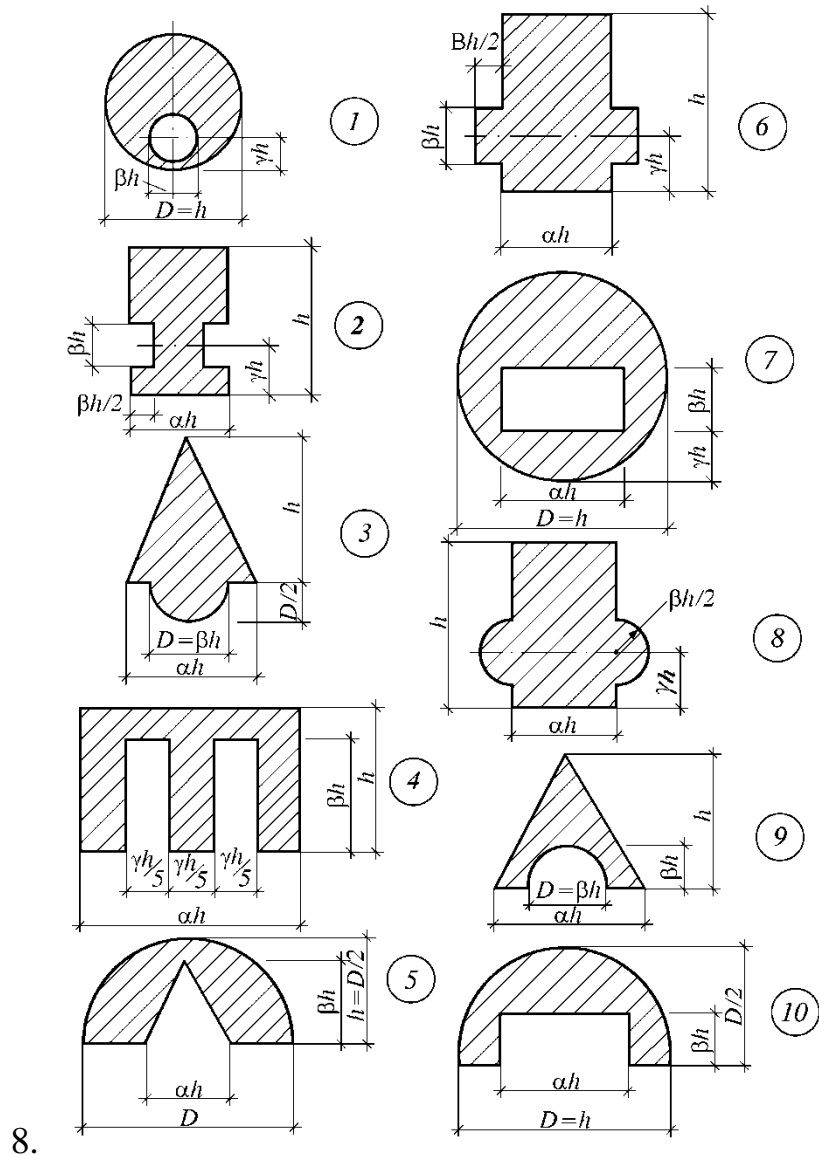
Факультативно: решить данную задачу с помощью ЭВМ и сравнить полученные результаты. Методические указания по расчёту геометрических характеристик плоских сечений произвольной формы с применением ЭВМ имеются на кафедре.

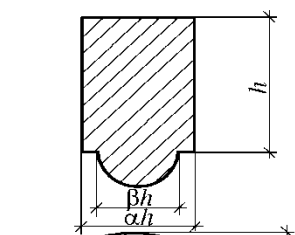
Таблица расчётных данных к задаче

первая цифра варианта	h (см)	последняя цифра варианта	α	β	γ
0	5	0	0,60	0,50	0,30
10	6	1	0,65	0,55	0,35
20	7	2	0,70	0,60	0,40
30	8	3	0,75	0,65	0,45
40	9	4	0,80	0,70	0,50
50	5	5	0,85	0,75	0,55
60	6	6	0,90	0,80	0,60
70	7	7	0,80	0,60	0,30
80	8	8	0,70	0,50	0,25
90	9	9	0,60	0,40	0,25

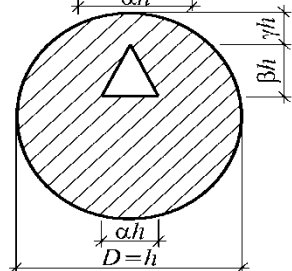
7. ФОРМА ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ

(соответствует порядковому номеру студента по списку в журнале занятий)

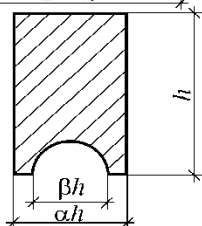




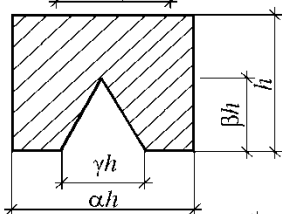
11



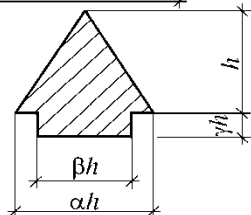
12



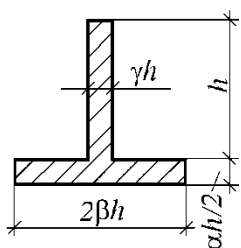
13



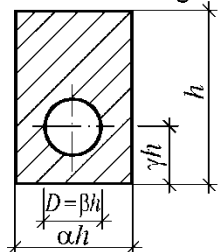
14



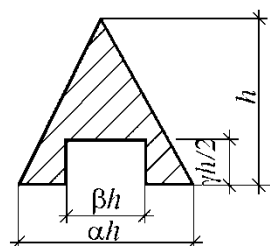
15



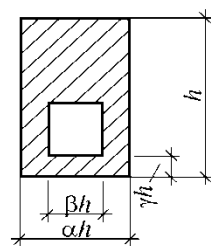
21



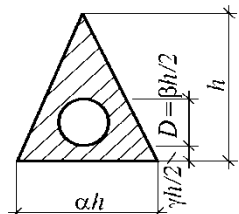
22



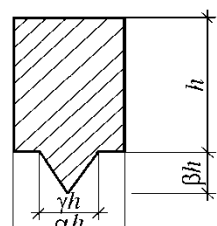
23



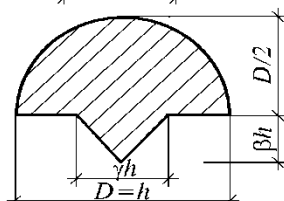
16



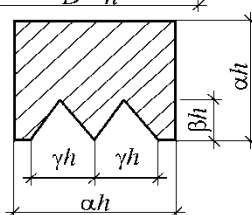
17



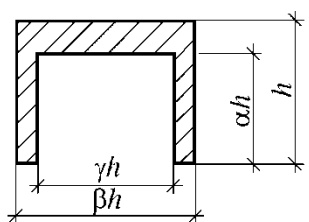
18



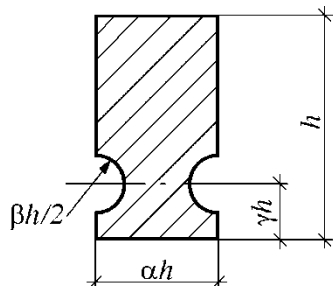
19



20



24



25

Задание III. Расчет вала при кручении, с определением рациональной формы поперечного сечения.

Для гладкого стального вала, вращающегося с заданным числом оборотов n и значениями нагрузочных моментов M_i необходимо:

1. Определить уравнивающий момент $M_{\text{вед.}}$ ведущего шкива, его рациональное расположение и передаваемую приводным двигателем мощность $N_{\text{вед.}}$, а также построить эпюру крутящих моментов, возникающих в поперечных сечениях вала.

2. Подобрать из условия прочности по допускаемым напряжениям диаметра сплошного и кольцевого сечения вала с соотношением диаметров D/d , заданным вариантом задания, принимая $[\sigma] = 100$ МПа. Произвести сравнение расхода материала валов сплошного и кольцевого сечений.

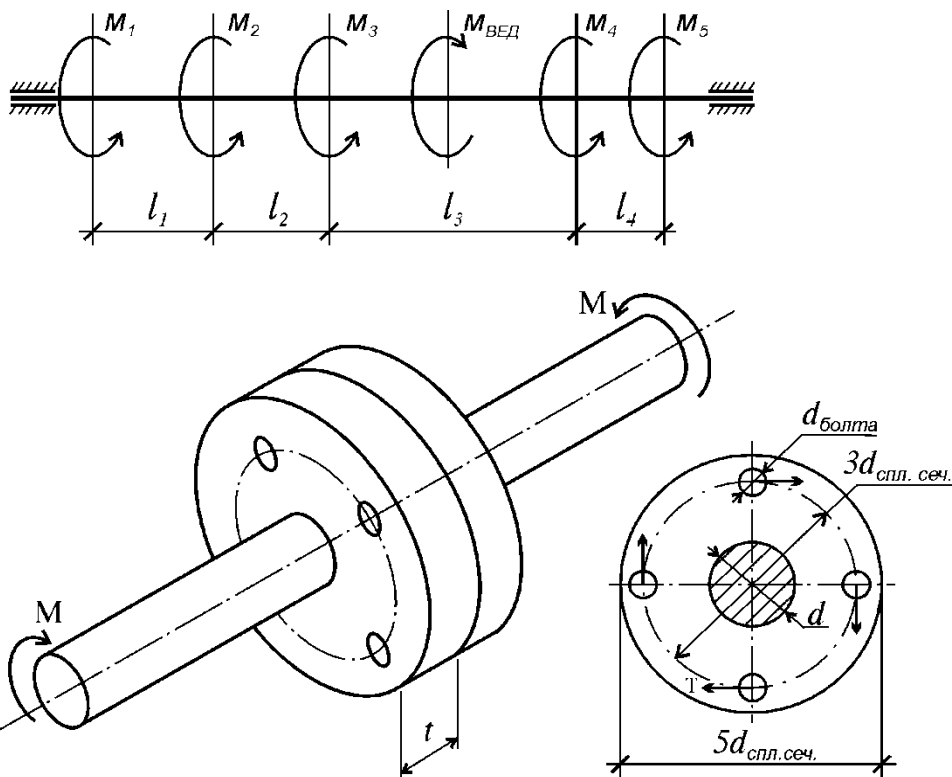
3. Построить эпюру углов закручивания по длине вала сплошного сечения относительно левого конца, приняв $G = 8 \cdot 10^4$ МПа, и эпюры распределения касательных напряжений по радиусам опасных сечений сплошного и кольцевого профилей.

4. Для фланцевого соединения, расположенного на наиболее нагруженном участке вала, определить диаметр соединительных болтов из условия прочности на срез и толщину фланцев из условия прочности на смятие, принимая: $[\sigma]_{\text{ср}} = 120$ МПа, $[\sigma\sigma]_{\text{см}} = 320$ МПа.

Таблица расчётных данных к задаче.

пер- вая циф- ра ва- риан- та	M ₁	M ₂	M ₃	l ₁	l ₂	по- сл. ци- фра вар	D/d	колич. болт. фланц сое- дин	M ₄	M ₅	l ₃	l ₄	n об/ мин
	н * М			см					н * М		см		
0	700	800	2000	38	45	0	1,25	4	1000	500	60	45	3000
10	300	600	1500	50	32	1	1,3	6	1200	700	40	35	970
20	600	1500	300	40	35	2	1,35	8	1400	300	45	50	2870
30	1500	300	1100	35	50	3	1,4	4	1600	500	30	45	750
40	1100	800	1400	42	35	4	1,45	6	1800	400	50	40	1410
50	2000	500	700	30	40	5	1,5	8	800	1000	35	50	850
60	1300	400	1000	60	25	6	1,55	4	1000	700	40	30	1250
70	400	1300	1000	40	25	7	1,6	6	700	1200	25	30	2500
80	1000	1200	600	25	20	8	1,65	8	1200	600	55	40	1100
90	1200	600	1000	35	55	9	1,7	3	600	1800	50	25	1500

СХЕМА ВАЛА И ЭСКИЗ ФЛАНЦЕВОГО СОЕДИНЕНИЯ



Задание IV. Изгиб статически определимой балки, построение эпюр и подбор сечений.

1. Для балок 1–4, заданных вариантом работы (вторая цифра варианта), построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Для балки 5 по заданной эпюре M , используя дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами, построить эпюру Q и установить характер и величины нагрузок, приложенных к балке. В сечениях В и А балка шарнирно опёрта. Выполнить статическую проверку для получения расчетной схемы.

2. Для балки 2 требуется:

а) подобрать поперечное сечение, состоящее из стандартных профилей – двух рядом расположенных двутавров (II) для чётных или швеллеров (Ш) для нечётных номеров по списку студентов в журнале занятий, исходя из условия прочности по допускаемым напряжениям, принимая $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$;

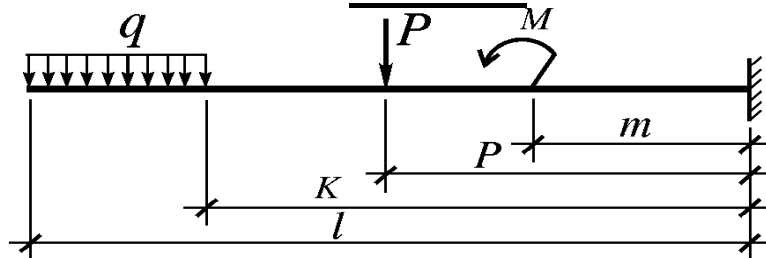
б) построить эпюры нормальных и касательных напряжений по высоте в опасных сечениях подобранного профиля;

в) из стенки опасного сечения, в месте её перехода в полку, выделить элементарный параллелепипед, показать действующие по его граням напряжения σ_x и τ_{xy} . Найти величины и направление главных напряжений в этой точке и отобразить на схеме. Произвести полную проверку прочности балки, применяя гипотезу наибольших касательных напряжений или энергетическую теорию формоизменения, принимая $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$.

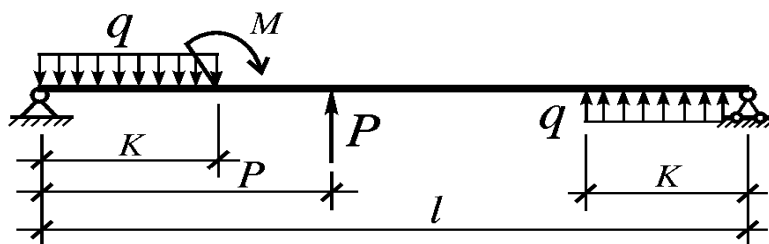
Таблица расчётных данных

Пер- вая циф- ра ва- риан- та	М кН*М	Р кН	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	К м	Пос- лед. циф- ра ва- риан- та	q кН/м	<input type="checkbox"/>	m м	p м	l м
0	22	56	5	4	0,4	0	-18	2	0,3	0,2	0,6
10	-12	60	4	2	0,3	1	12	5	0,6	0,7	0,9
20	24	-70	2	5	0,2	2	20	4	0,4	0,5	0,7
30	28	65	2	3	0,6	3	-30	4	0,2	0,4	0,8
40	-40	100	3	4	1,0	4	16	2	1,2	0,8	1,5
50	40	-80	4	3	0,5	5	20	3	0,7	0,3	1,0
60	30	66	5	1	0,6	6	-32	4	1,0	0,8	1,2
70	-36	72	1	4	0,7	7	28	5	0,5	1,0	1,4
80	28	-48	4	5	0,5	8	10	1	0,3	0,6	0,75
90	32	54	2	3	0,8	9	-12	5	1,0	0,5	1,25

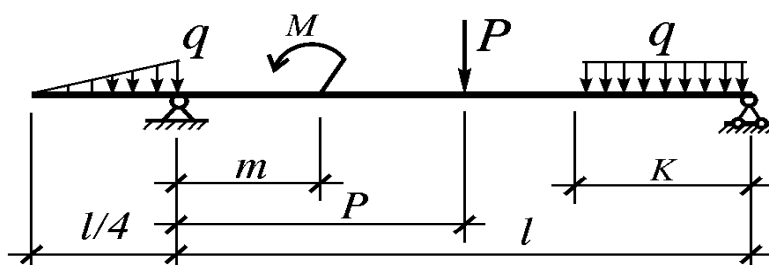
СЕРИЯ 1



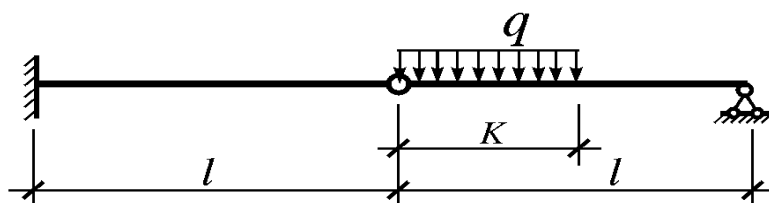
1



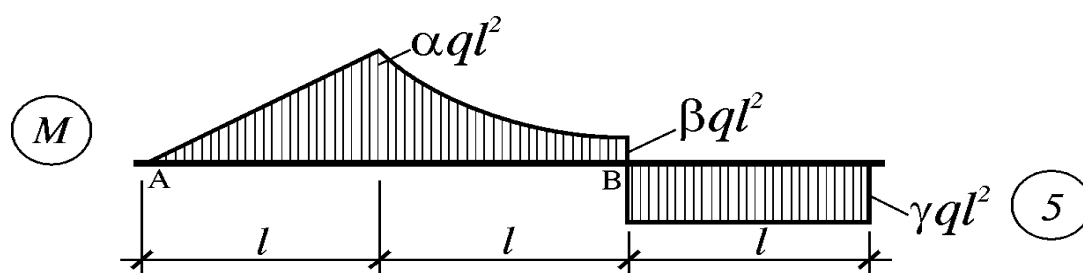
2



3

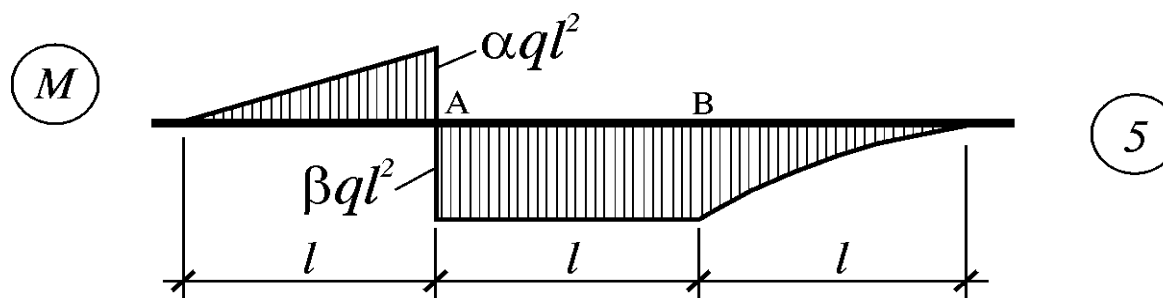
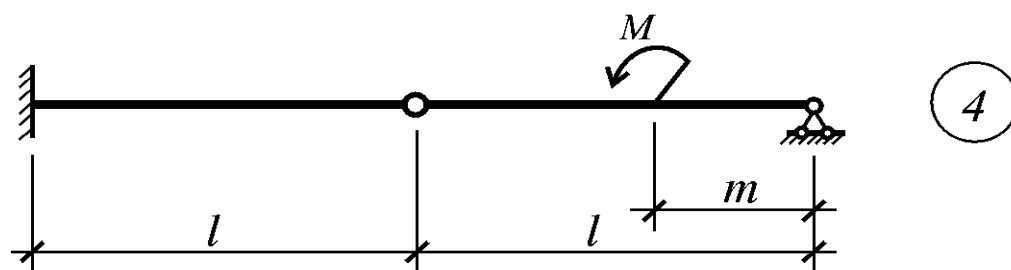
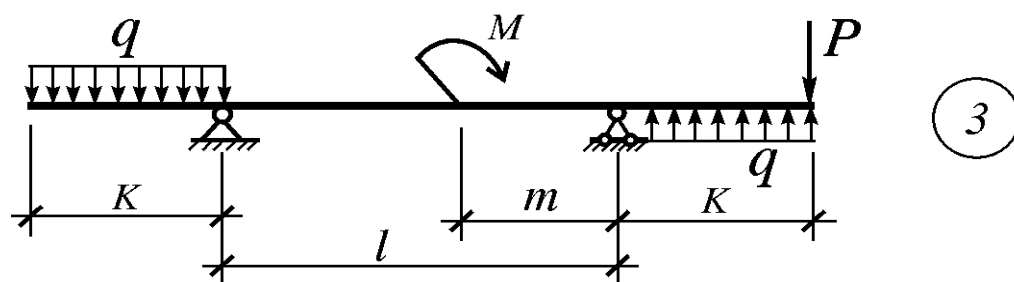
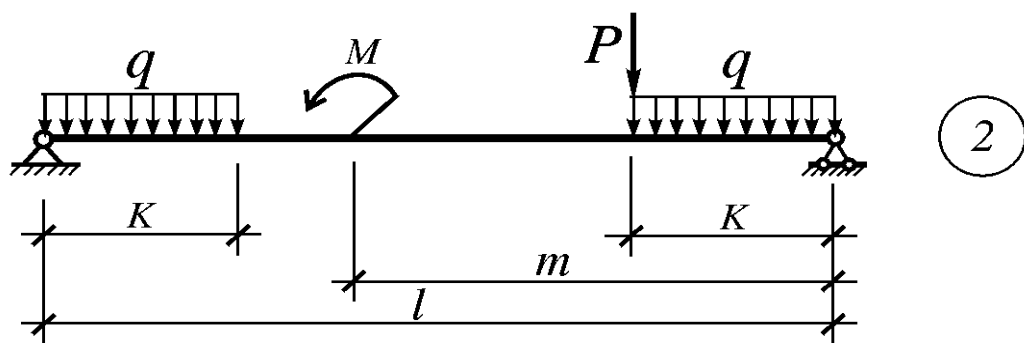
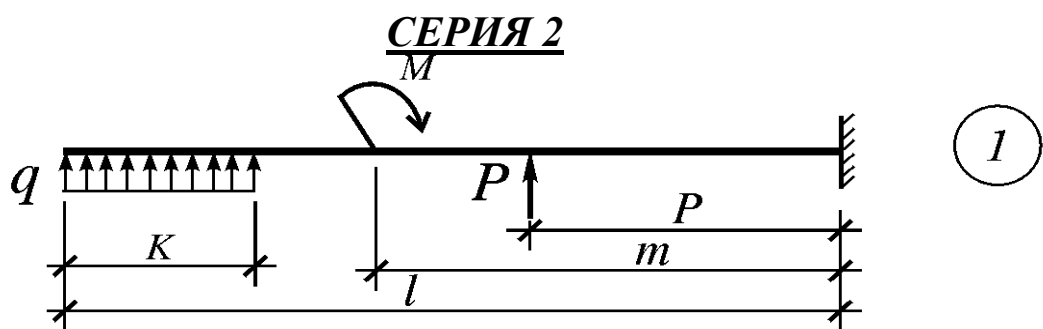


4

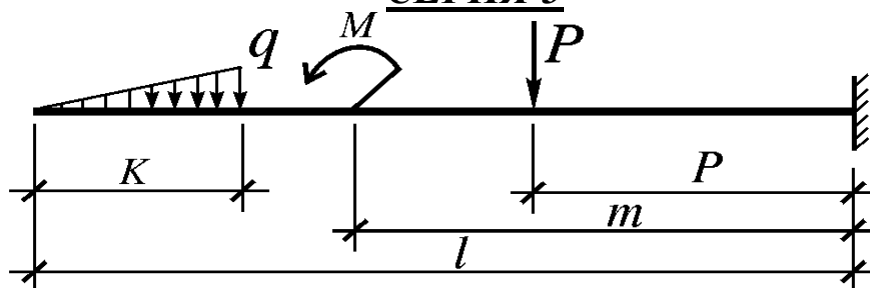


5

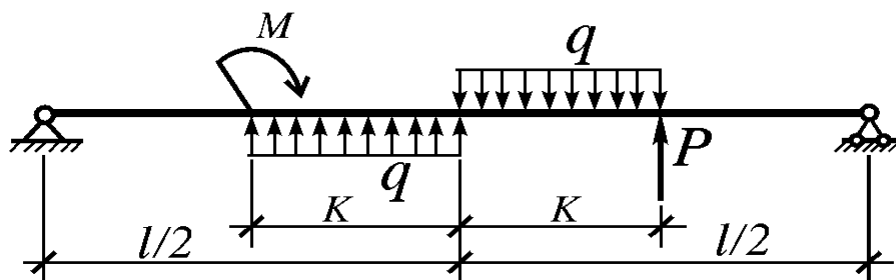
СЕРИЯ 2



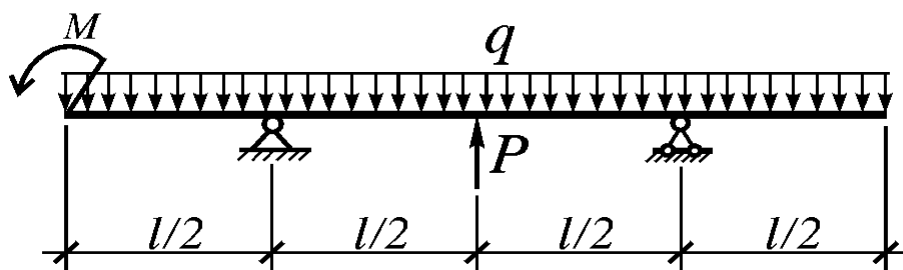
СЕРИЯ 3



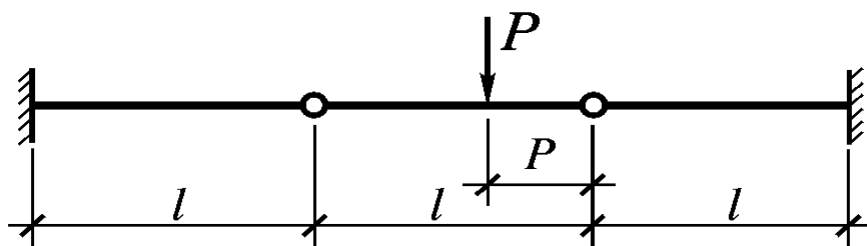
1



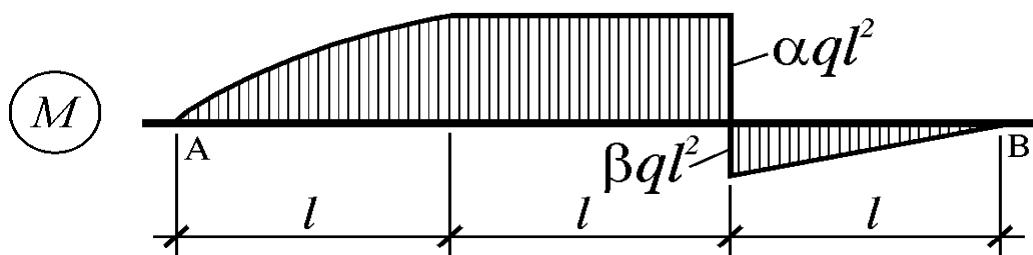
2



3

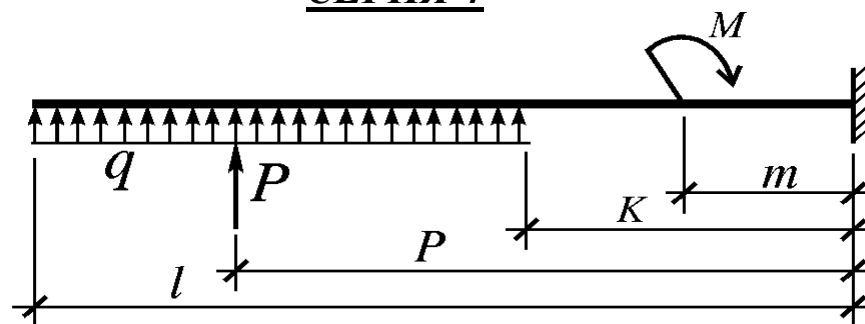


4

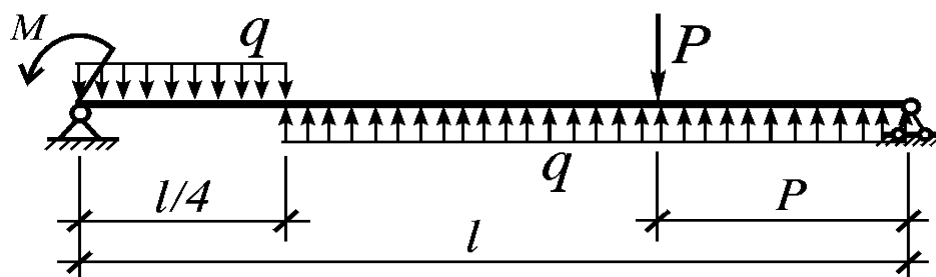


5

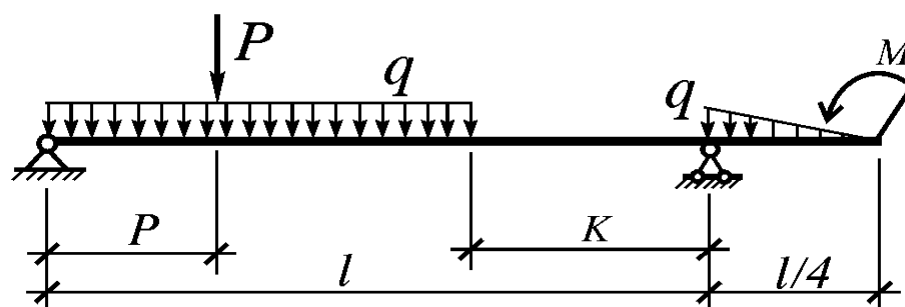
СЕРИЯ 4



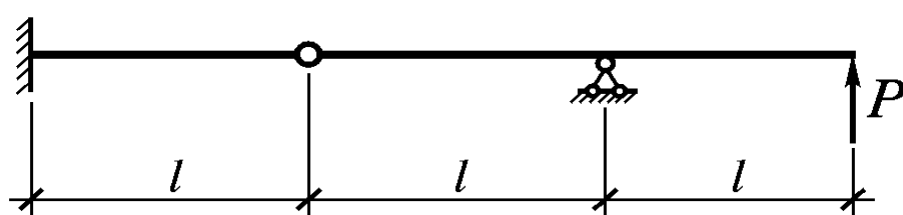
1



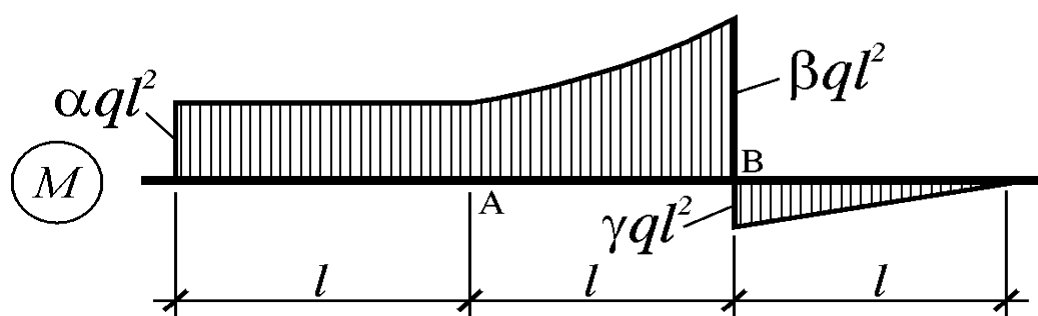
2



3

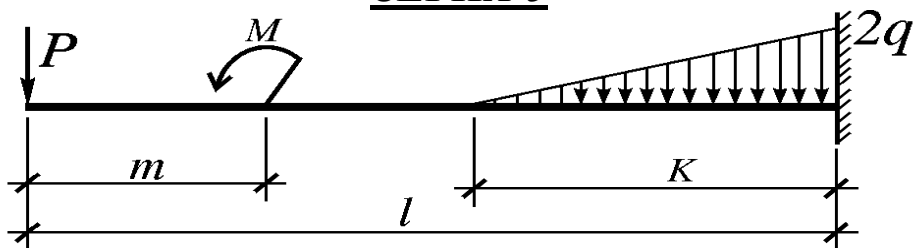


4

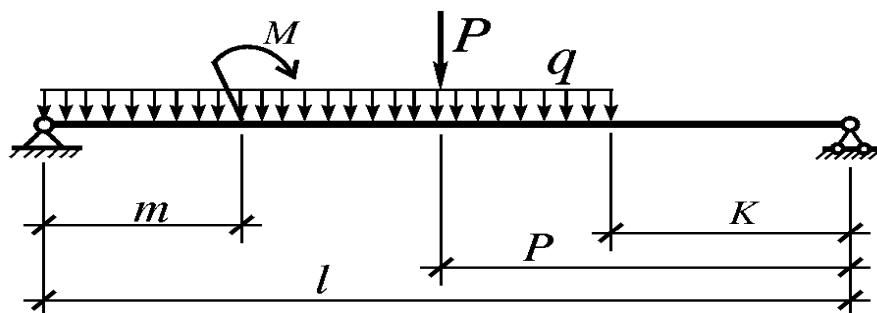


5

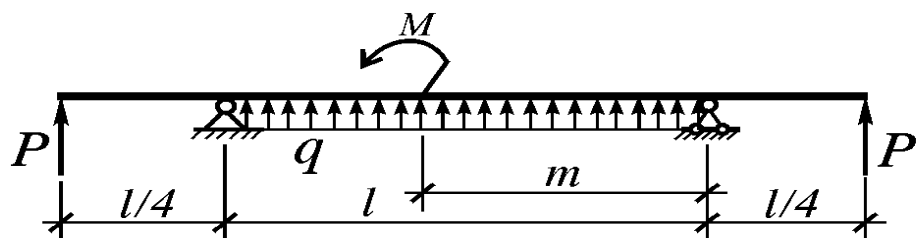
СЕРИЯ 5



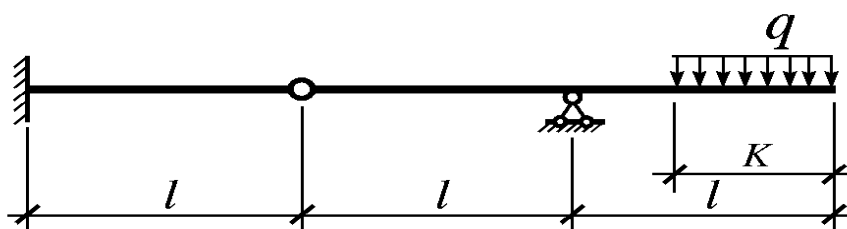
1



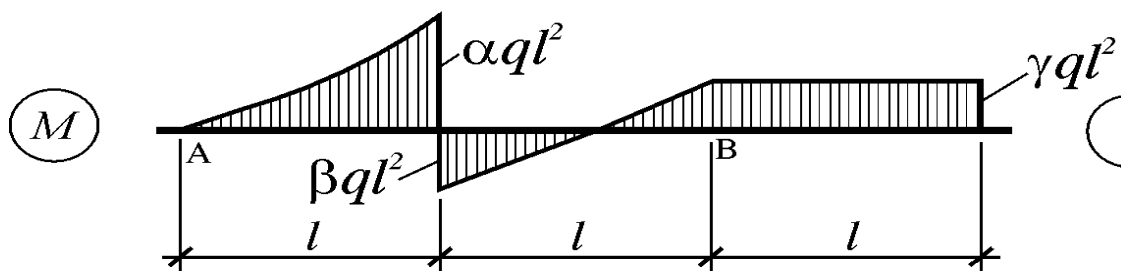
2



3

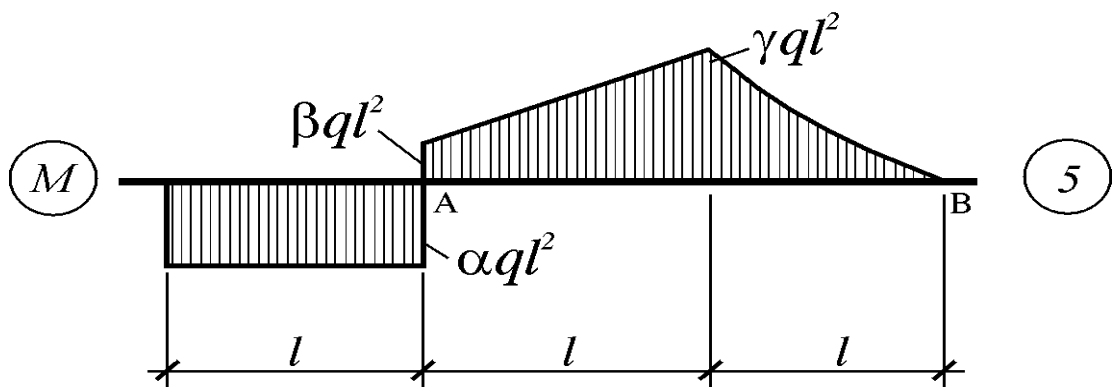
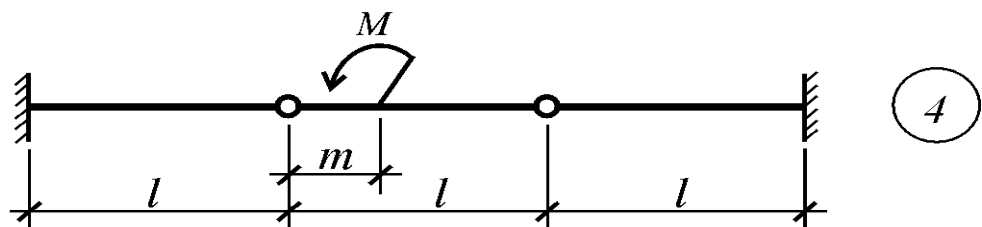
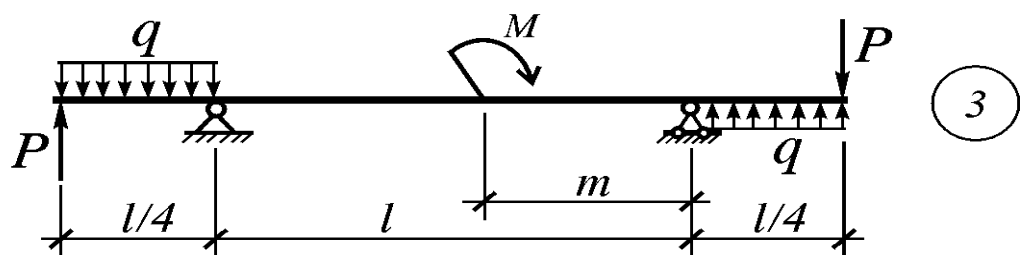
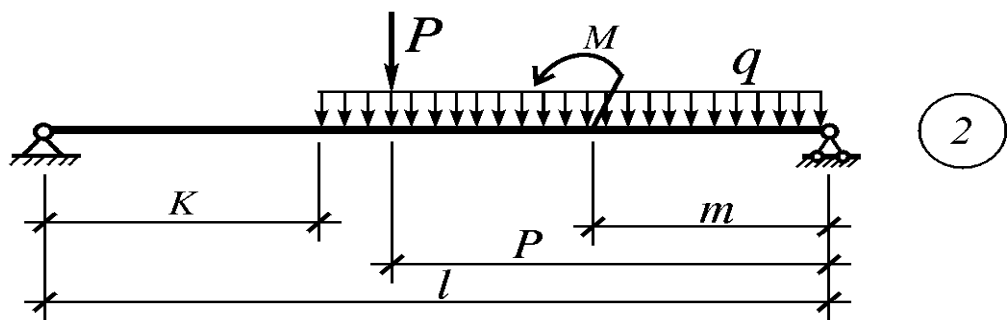
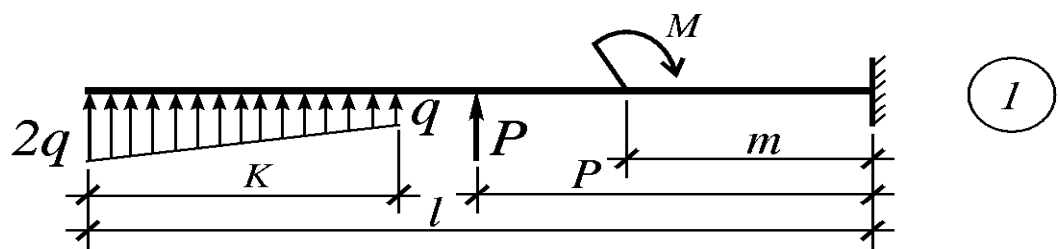


4

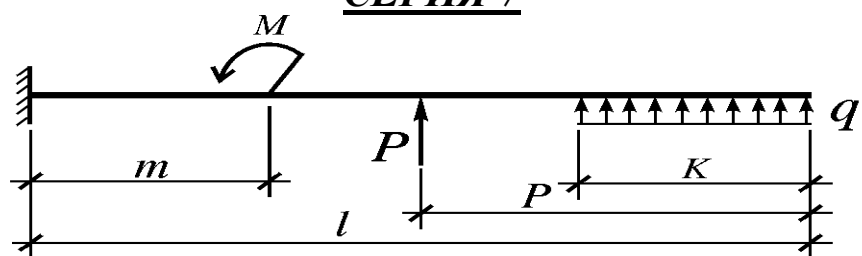


5

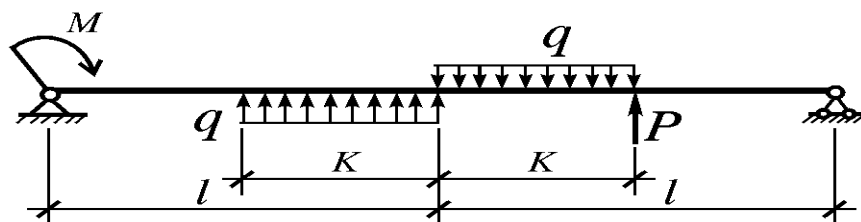
СЕРИЯ 6



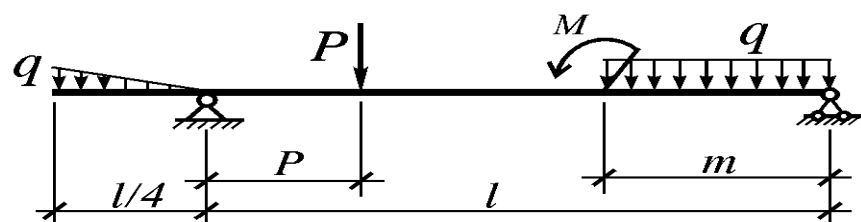
СЕРИЯ 7



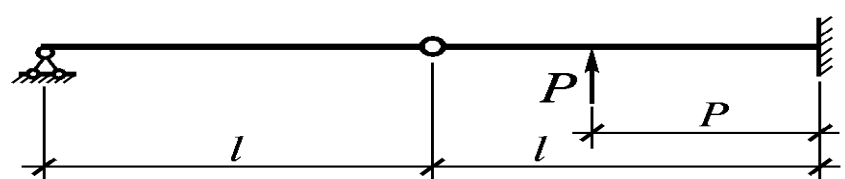
1



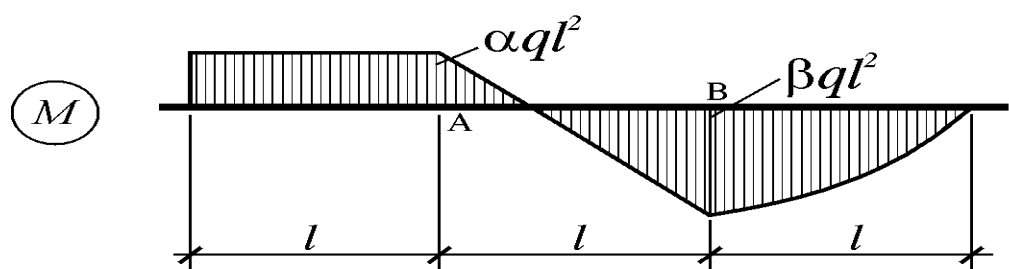
2



3

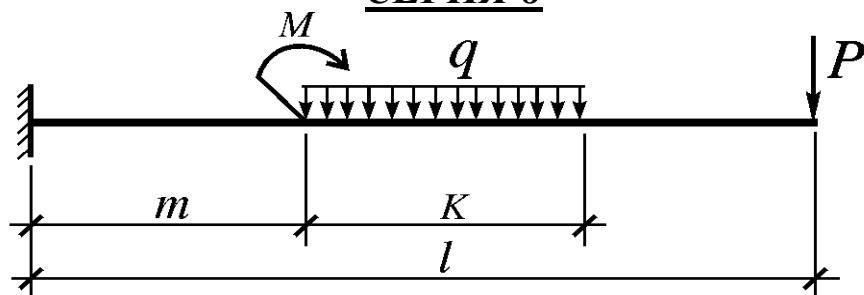


4

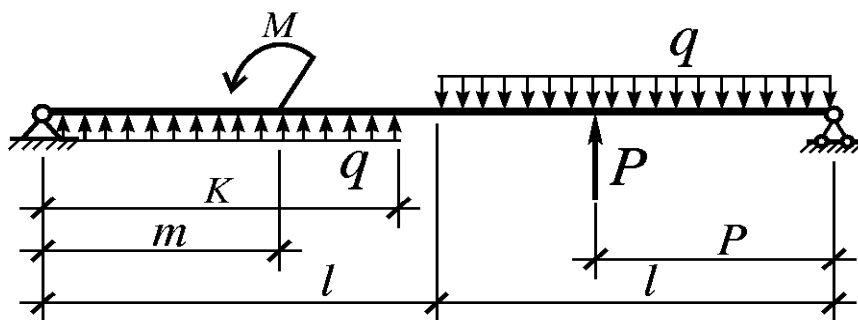


5

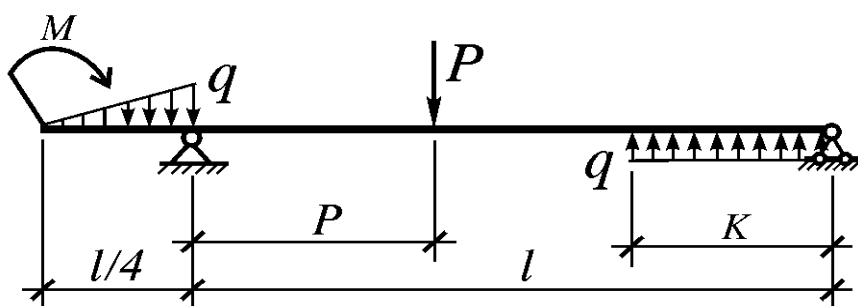
СЕРИЯ 8



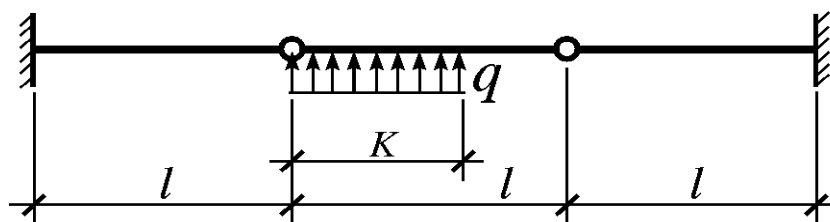
1



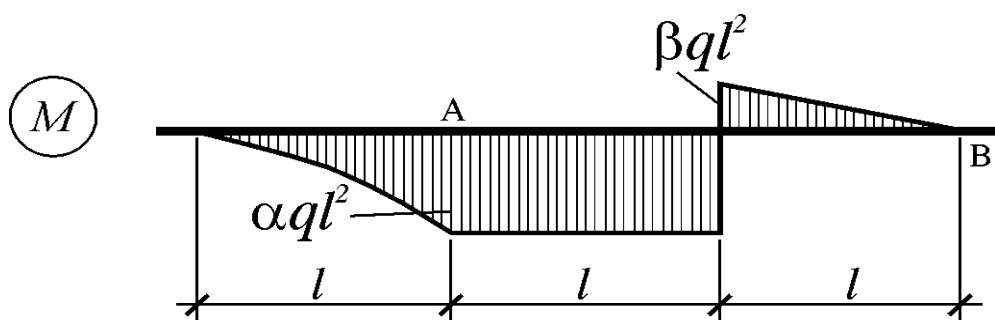
2



3

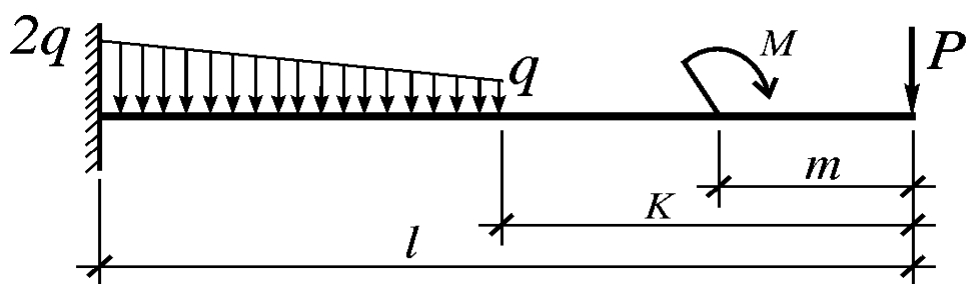


4

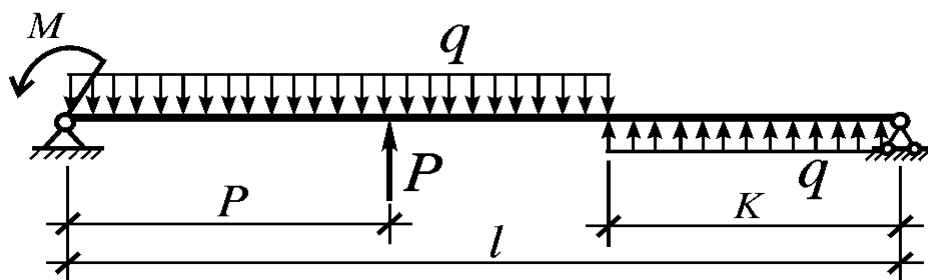


5

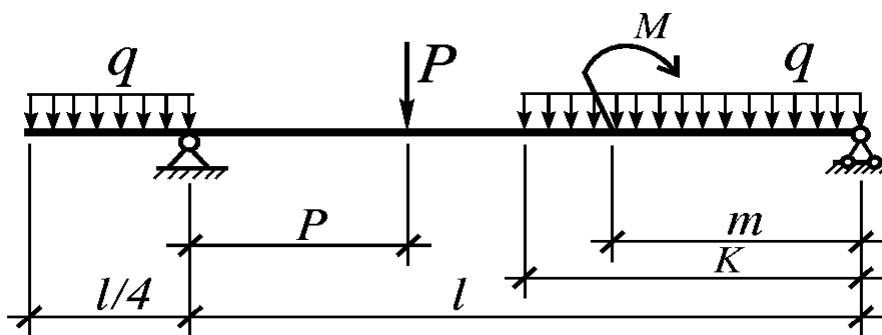
СЕРИЯ 9



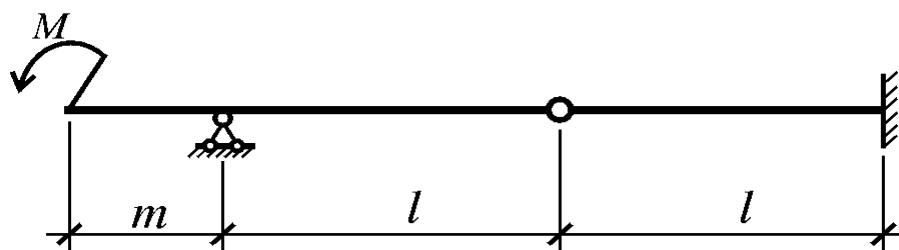
1



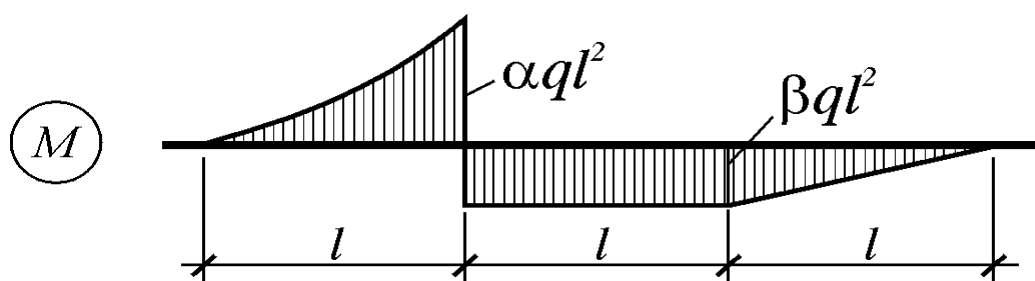
2



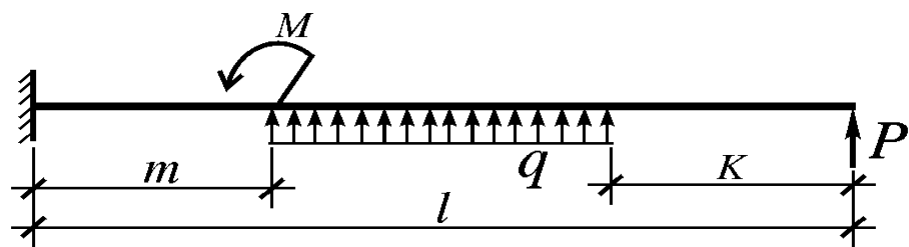
3



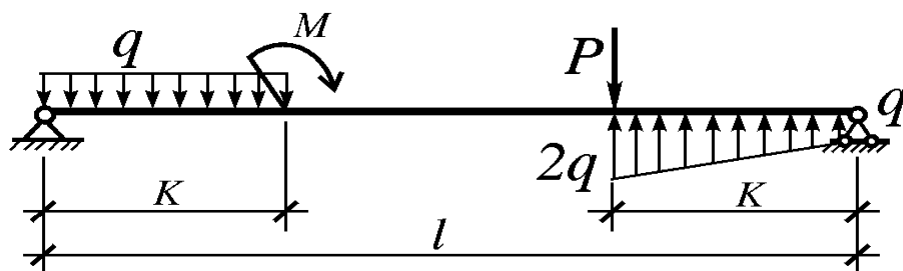
4



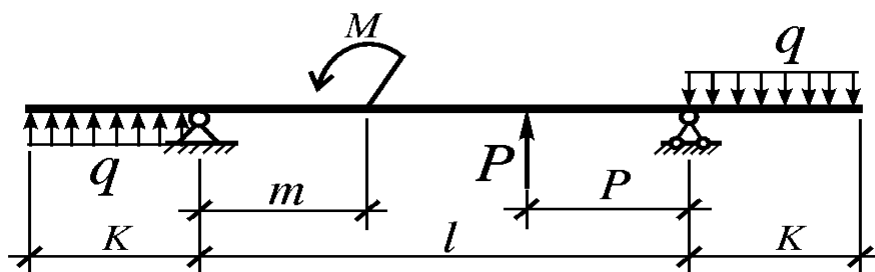
5



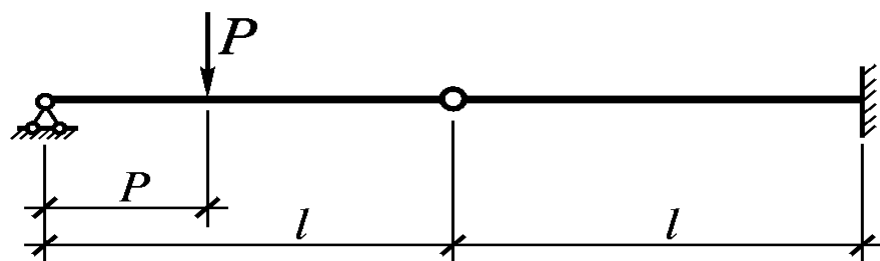
1



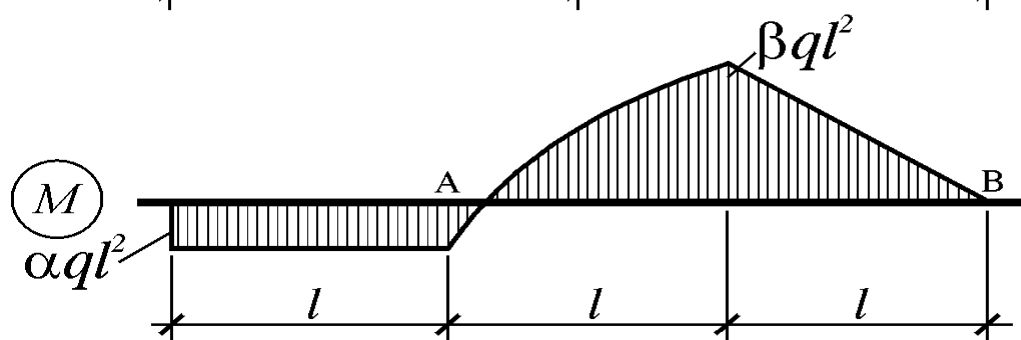
2



3



4



5

Задание V. Сложное сопротивление.

Для заданного вариантом коленчатого вала необходимо:

1. Построить эпюры внутренних силовых факторов.

2. Произвести условный расчёт на прочность элементов коленчатого вала по номинальным напряжениям, исходя из теории прочности наибольших касательных напряжений или энергетической теории формоизменения, принимая $[\sigma] = 100$ МПа.

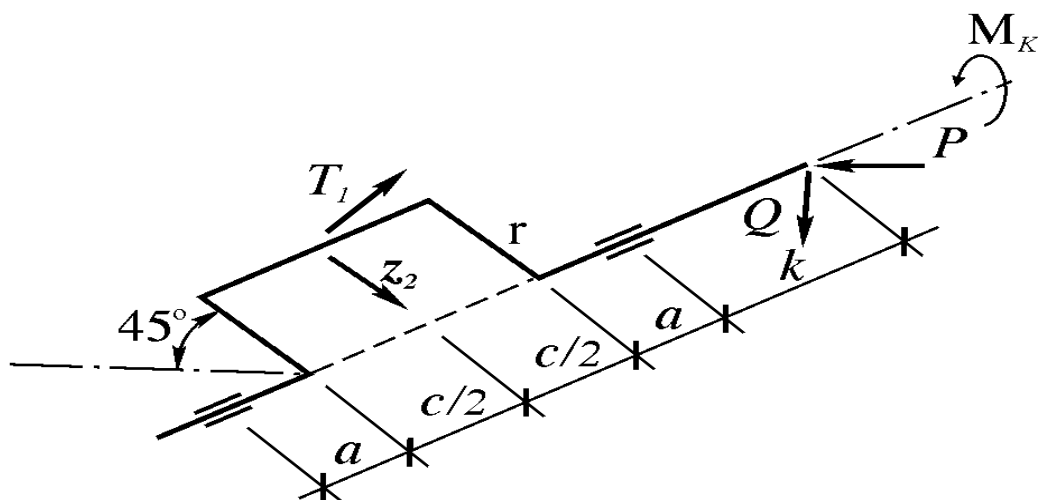
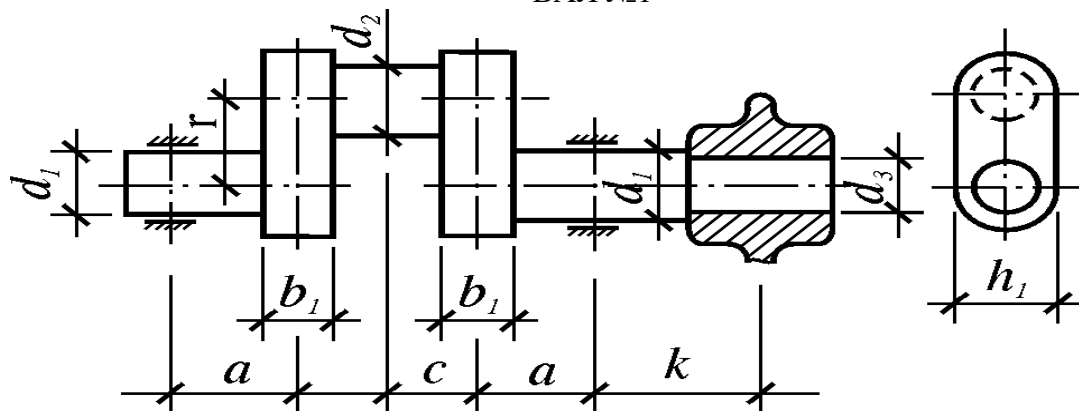
Таблица расчётных данных

Первая цифра варианта	Размеры в мм										
	\square	C	k	r	b_1	b_2	d_1	d_2	d_3	h_1	h_2
0	95	110	140	90	40	45	80	70	60	85	90
10	100	115	120	95	50	55	75	65	55	80	85
20	75	100	130	80	30	35	70	60	50	75	80
30	70	105	125	65	35	40	65	55	45	70	85
40	80	120	150	70	45	50	60	50	40	65	70
50	85	95	135	75	55	60	80	70	60	85	90
60	90	145	145	85	40	45	75	65	55	80	85
70	105	125	115	100	50	55	65	55	45	70	75
80	65	130	110	60	30	40	70	60	50	75	80
90	90	145	105	105	45	50	60	50	40	65	70

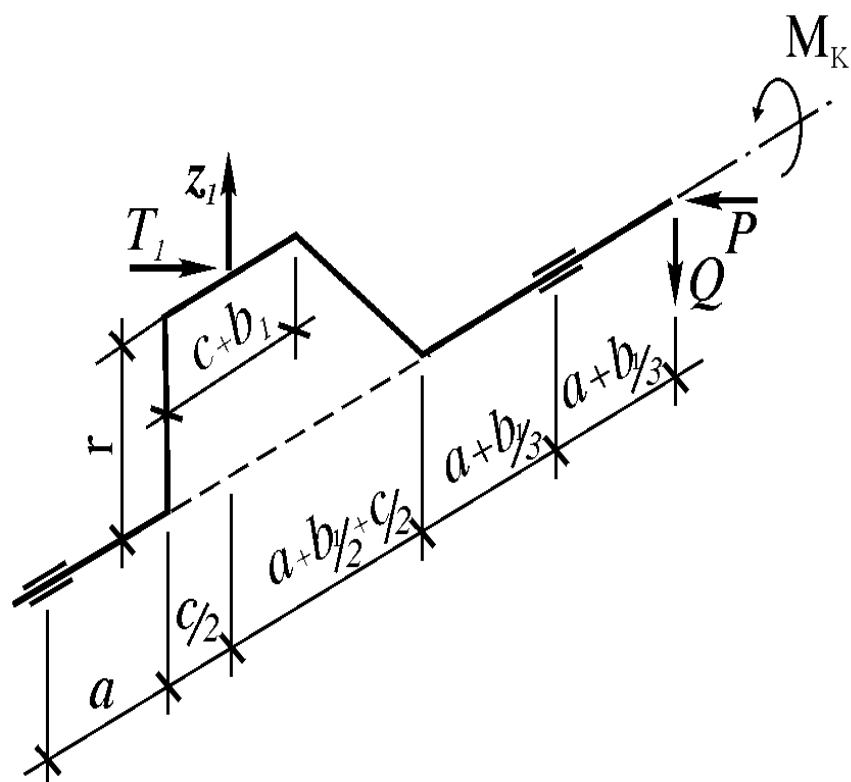
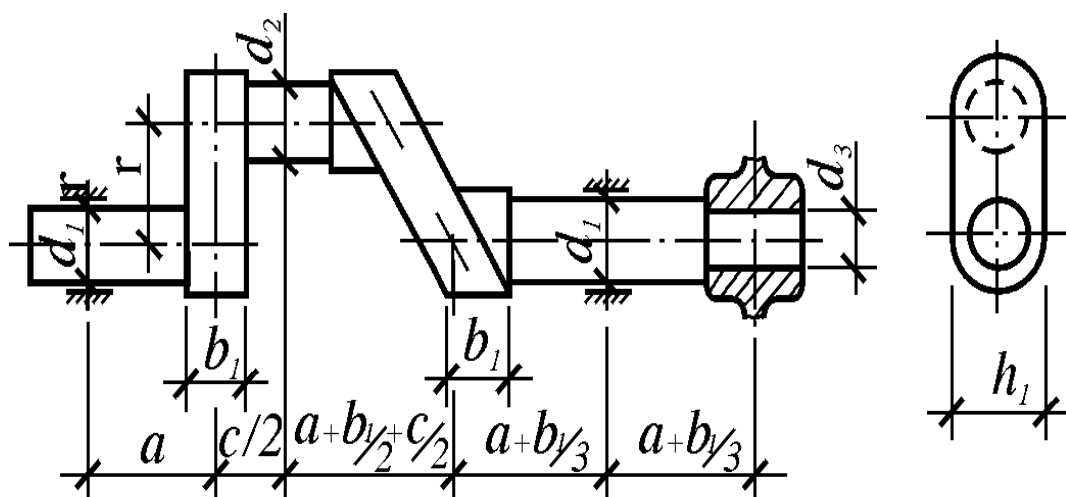
Последняя цифра вариан.	Силы в Кн						Номер расчётной схемы
	Q	P	Z_1	T_1	Z_2	T_2	
0	10	5	15	12	4	8	5
1	11	5,5	14	13	5	10	1
2	9	4,5	13	15	6	12	2
3	10,5	5,2	12	16	3	6	3
4	9,5	4,7	12,5	15,5	3,5	7	4
5	12	6	13,5	14,5	4,5	9	5
6	11,5	5,7	14,5	13,5	5,5	11	1
7	8,5	4,8	15,5	12,5	6,5	13	2
8	8	4	16	11	7	14	3
9	12,5	6,3	16,5	11,5	2,5	5	4

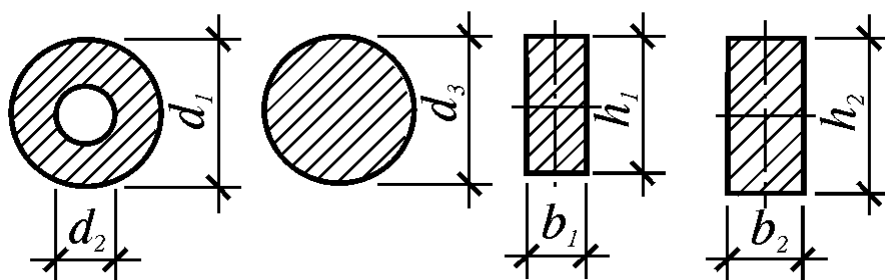
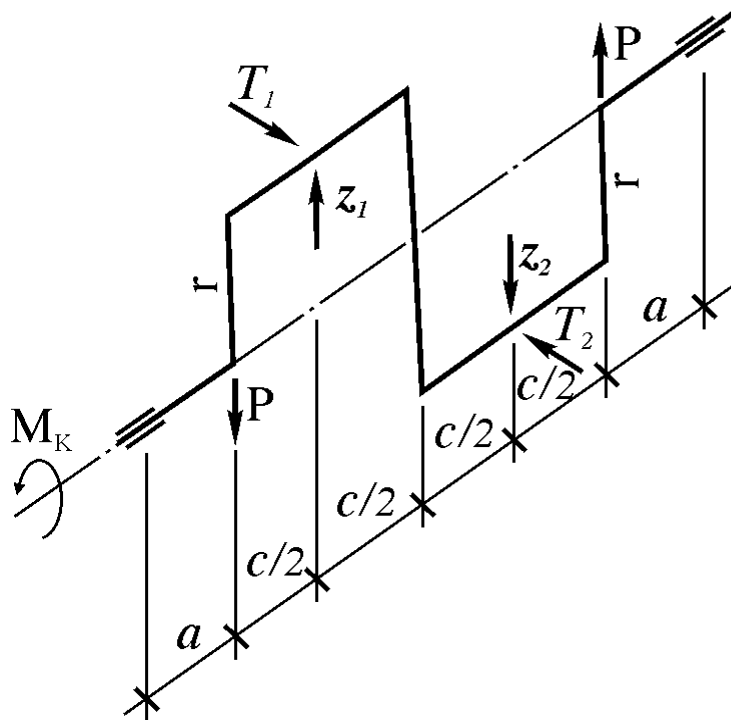
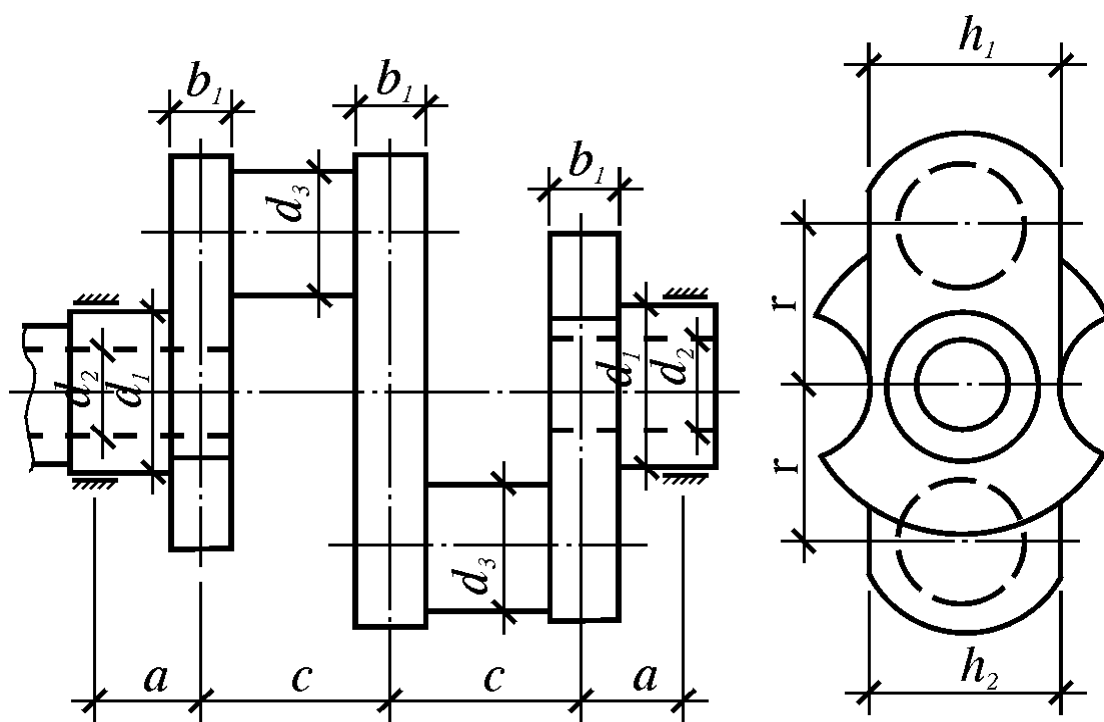
РАСЧЁТНЫЕ СХЕМЫ КОЛЕНЧАТЫХ ВАЛОВ

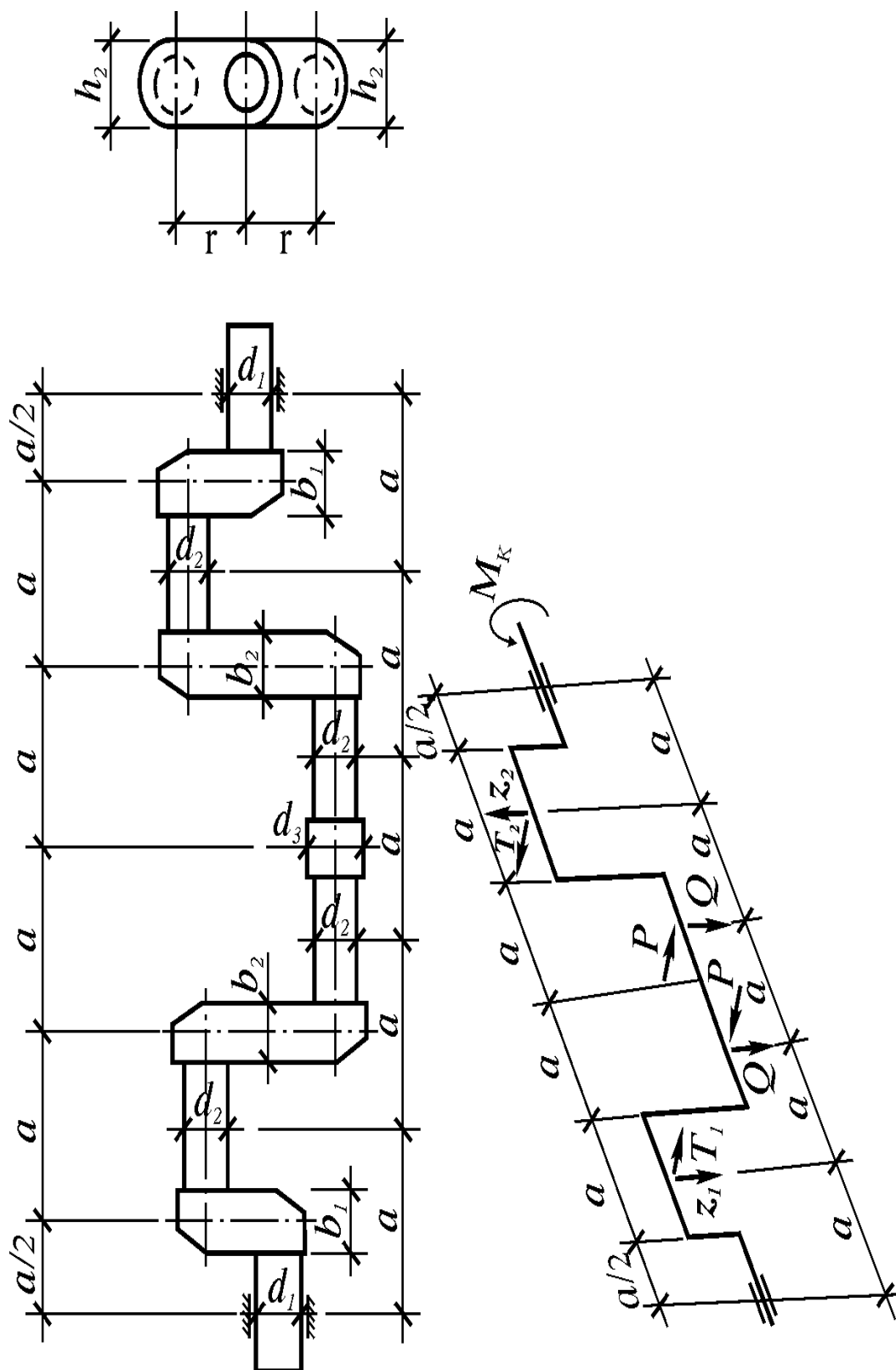
ВАЛ №1

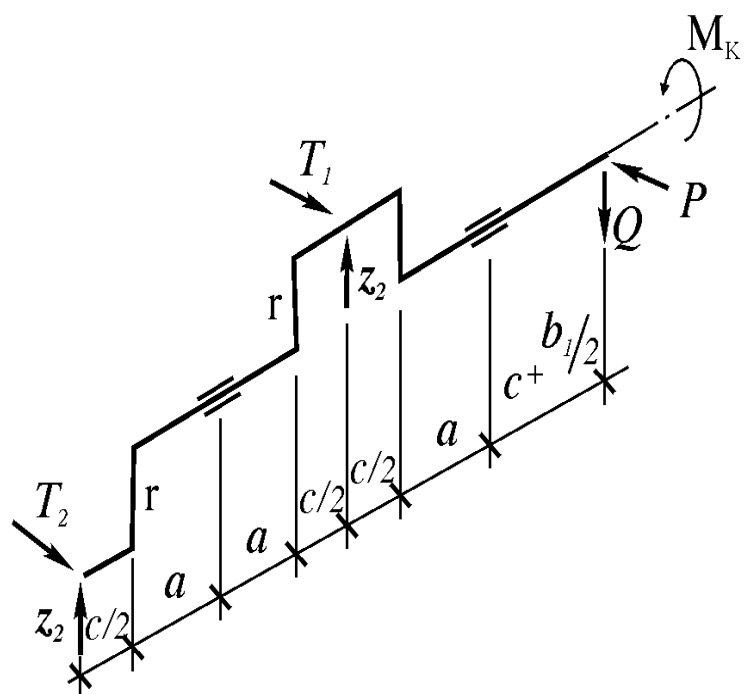
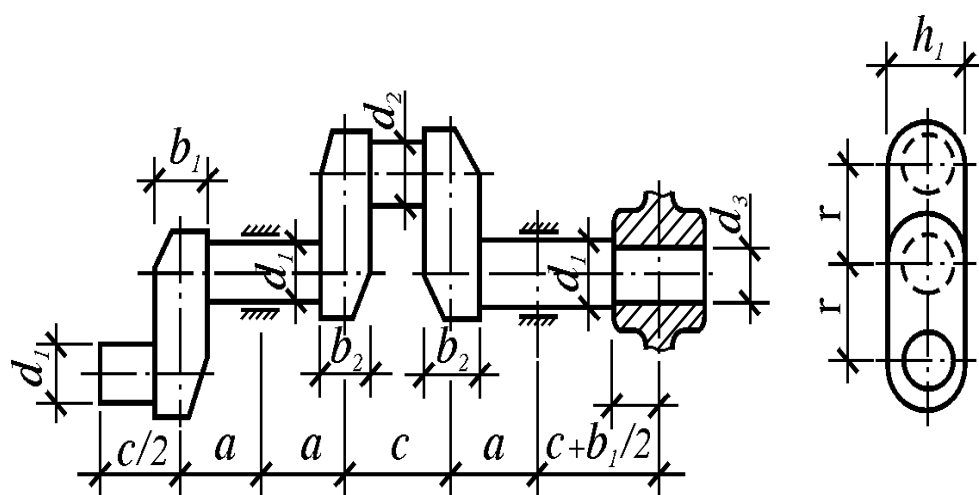


ВАЛ №2









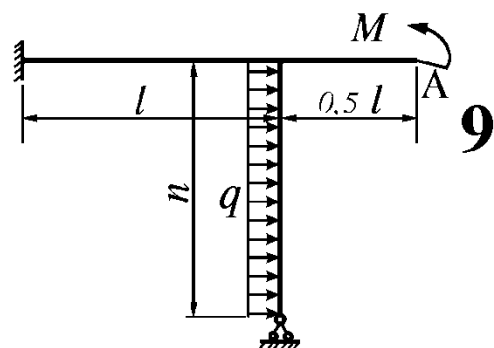
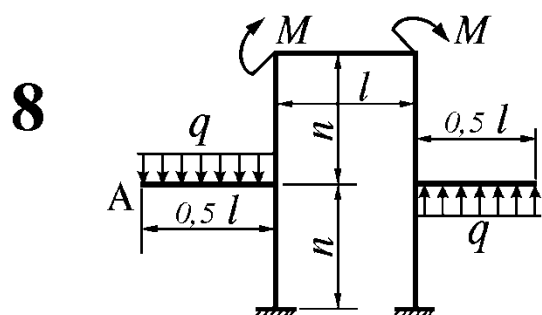
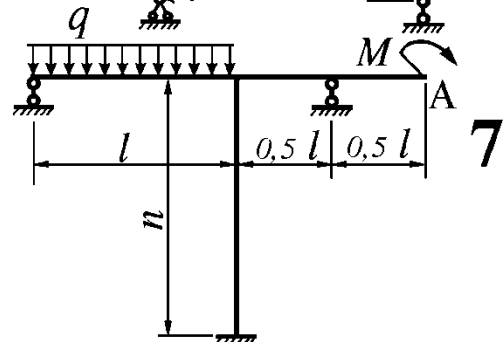
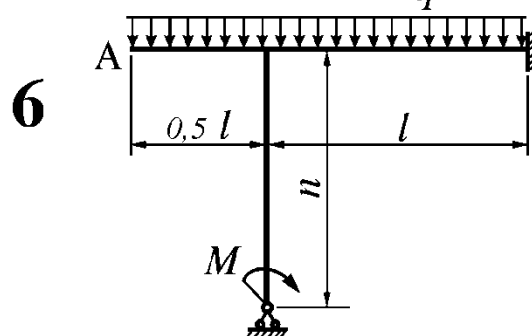
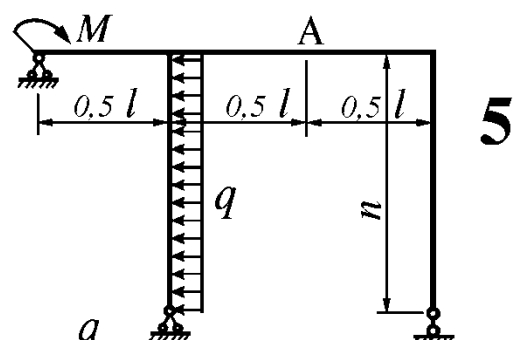
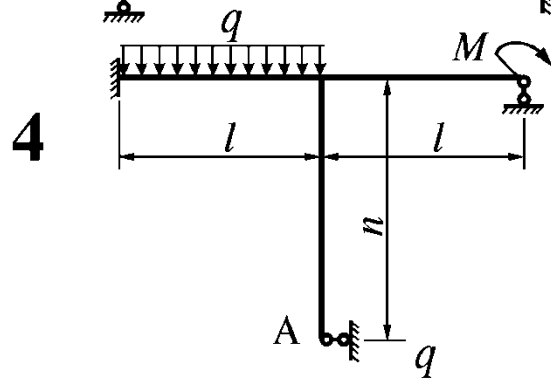
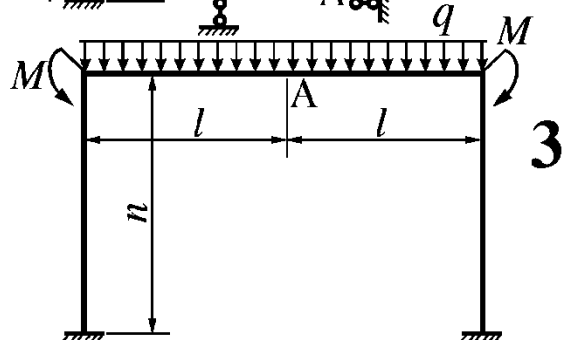
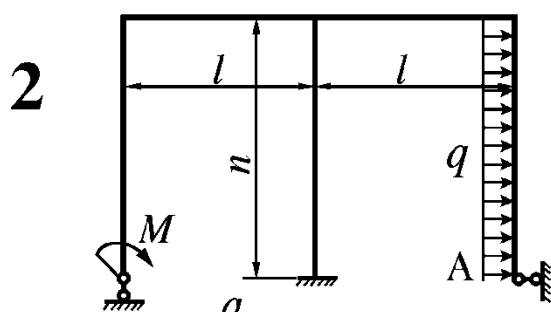
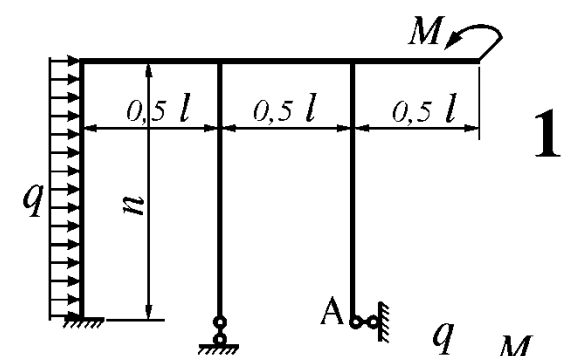
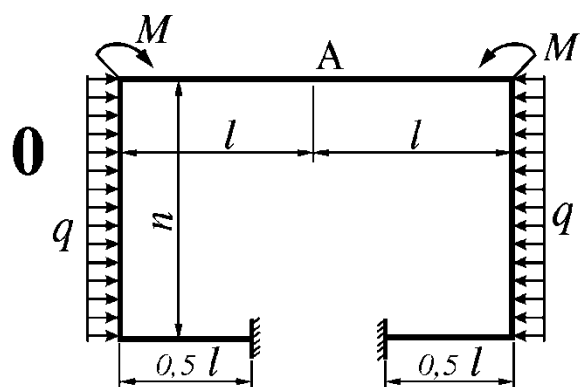
Задание VI. Расчёт статически неопределимой рамы.

Для заданной статически неопределимой рамы постоянной жесткости необходимо:

1. Вычертить в масштабе схему рамы с указанием численных значений заданных величин и определить степень её статической неопределимости;
2. Для заданной рамы изобразить несколько основных систем, одну из которых принять для расчета, обосновав свой выбор;
3. Изобразить эквивалентную систему и записать канонические уравнения метода сил;
4. Построить эпюры изгибающих моментов в принятой основной системе от заданных нагрузок и единичных силовых факторов;
5. Вычислить коэффициенты канонических уравнений;
6. Решить систему канонических уравнений;
7. Построить суммарные эпюры внутренних силовых факторов;
8. Для произвольного узла рамы произвести статическую проверку. Выполнить деформационную проверку решения с использованием другой основной системы;
9. Подобрать исходя из условия прочности по нормальным напряжениям сечение из 2-х стандартный двутавров (четный № по списку в журнале занятий) или из 2 швеллеров (нечетных № по списку в журнале занятий), приняв $[\sigma] = 160 \text{ МПа}$, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;
10. Определить вертикальное перемещение сечения в точке А.

Таблица исходных данных

Первая цифра варианта	Номер схемы		Вторая цифра варианта	l м	n м	M Кн·м	q Кн/м
	Четный № по списку	Нечетн. № по списку					
0	5	9	0	2,0	3,0	15	8
1	2	0	1	2,2	3,2	20	10
2	7	1	2	2,4	3,4	25	12
3	4	2	3	2,6	3,6	30	14
4	1	3	4	2,8	3,8	35	16
5	0	4	5	3,0	4,0	40	18
6	3	5	6	3,2	4,2	45	20
7	8	6	7	3,4	4,4	50	22
8	6	7	8	3,6	4,6	55	24
9	9	8	9	4,0	5,0	60	26



Задание VII.Расчёт статически неопределимой подмоторной балки.

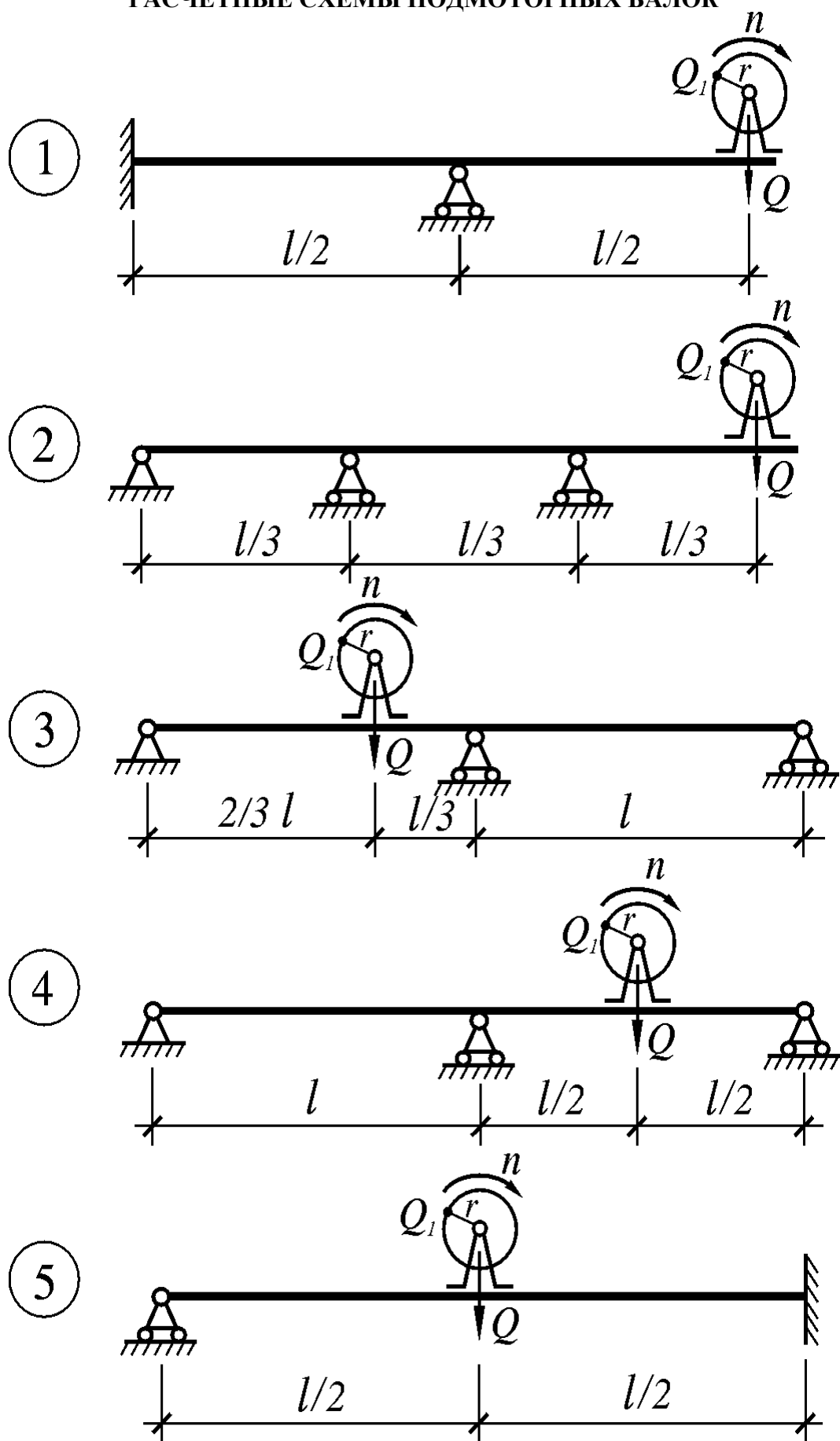
Для подмоторных балок, несущих двигатель с неуравновешенным ротором необходимо:

1. Определить круговую частоту возмущающей силы.
2. Задавшись отношением частоты возмущающей силы к частоте собственных колебаний для за резонансной области работы материала исходя из диапазона $\lambda \geq 1,3$, подобрать поперечное сечение балки, состоящее из двух рядом расположенных швеллеров или двутавров, в зависимости от варианта (стандартный твтавр для четных № по списку в журнале занятий; швеллеров – для нечетных № по списку в журнале занятий).
3. Проверить прочность выбранного сечения с учётом напряжений, возникающих от колебаний и от собственного веса мотора. Построить график изменения суммарных напряжений во времени.
4. Для выбранного сечения построить график изменения динамической составляющей напряженного состояния от отношения частот λ вынужденных и собственных колебаний.
5. Определить границы запретной области оборотов двигателя.

Таблица расчётных данных

Первая цифра варианта	Q_o Н	r мм	l см	n об/мин	Последняя цифра варианта	Q Н	$\beta_{рез.}$	$[\sigma]$ МПа	Схема №
0	600	0,25	100	4000	0	4250	35	70	5а
10	450	0,20	95	6600	1	3000	40	60	1а
20	800	0,20	105	4400	2	4500	35	65	2а
30	700	0,22	90	4200	3	2800	30	62	3а
40	650	0,30	85	4700	4	3100	25	55	4а
50	400	0,25	98	4300	5	4000	20	50	5б
60	900	0,25	88	5300	6	3200	20	45	1б
70	750	0,28	80	4500	7	5000	28	75	2б
80	850	0,35	90	6100	8	2900	35	60	3б
90	500	0,30	82	5200	9	3800	32	65	4б

РАСЧЕТНЫЕ СХЕМЫ ПОДМОТОРНЫХ БАЛОК



СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 1. Единицы физических величин и переводные коэффициенты

Наименование величины	Единицы измерения		Соотношение
	СГС	СИ	
1. длина	Сантиметр	Метр	1 см = 0,01 м
2. масса	Грамм	Килограмм	1 г = 0,001 кг
3. время	Секунда	Секунда	
4. сила	Дина	Ньютон	1 дин = 1 г·см/с ² 1 Н = 1 кг·м/с ² 1 кгс = 10 Н 1 дин = 10 ⁻⁵ Н
5. удельный вес	Дина на кубический сантиметр	Ньютон на кубический метр	1 дин/см ³ = 10 Н/м ³ 1 кгс/м ³ = 10 Н/м ³
6. работа, энергия	Эрг	Джоуль	1 Дж = 1 Н·м 1 эрг = 1 дин·см 1 эрг = 10 ⁻⁷ Дж 1 кгс·м = 10 Дж 1 Вт·ч = 3,6·10 ³ Дж
7. мощность	Эрг в секунду	Ватт	1 Вт = 1 Дж/с 1 эрг/с = 10 ⁻⁷ Вт 1 кгс·м/с = 10 Вт 1 л.с. = 735 Вт 1 л.с. = 75 кгс·м/с
8. давление (напряжение)	Дина на квадратный сантиметр	Ньютон на квадратный метр	1 дин/см ² = 0,1 Н/м ² 1 кгс/м ² = 10 Н/м ² 1 кгс/мм ² = 100 кгс/см ² 1 кгс/мм ² = 10 МПа 1 МПа = 1 Н/мм ²

Таблица 3. Значения E , G , μ , ρ и α для некоторых материалов при 20° С:

E – модуль продольной упругости;

G – модуль упругости при сдвиге;

μ – коэффициент Пуассона;

ρ – плотность материала;

α – коэффициент линейного расширения.

Материал	E , МПа	G , МПа	μ	α , (град·с ⁻¹)	ρ , кг/м ³
Сталь	$(1,9...2,15) \cdot 10^5$	$(7,8...8,3) \cdot 10^4$	0,25...0,33	$(10,0...13,0) \cdot 10^{-6}$	$(7,7...7,8) \cdot 10^3$
Чугун серый	$(0,78...1,47) \cdot 10^5$	$4,42 \cdot 10^4$	0,23...0,27	$(8,7...11,0) \cdot 10^{-6}$	$(7,0...7,1) \cdot 10^3$
Бронза оловянная	$(0,74...1,22) \cdot 10^5$	-	0,32...0,35	$(17...22) \cdot 10^{-6}$	$(8,6...8,8) \cdot 10^3$
Бронза безоловянная	$(1,03...1,18) \cdot 10^5$	-	-	$(17...22) \cdot 10^{-6}$	$(8,6...8,8) \cdot 10^3$
Алюм.спла вы	$(6,87...7,07) \cdot 10^4$	$2,65 \cdot 10^4$	0,33	$(22...24) \cdot 10^{-6}$	$(2,6...2,7) \cdot 10^3$

Латунь алюм.	$(0,98...1,08) \cdot 10^5$	$(3,63...3,92) \cdot 10^4$	0,32...0,34	$(17...22) \cdot 10^{-6}$	$(8,2...8,5) \cdot 10^3$
Текстолит	$(5,88...9,81) \cdot 10^3$	-	-	$(20...40) \cdot 10^{-6}$	$(1,25...1,4) \cdot 10^3$
Гетинакс	$(9,81...17,7) \cdot 10^3$	-	-	$(17...25) \cdot 10^{-6}$	$(1,17...1,37) \cdot 10^3$
Капрон	$(1,37...1,96) \cdot 10^3$	-	-	-	$(1,14...1,37) \cdot 10^3$

Таблица 4. Механические характеристики конструкционных и машиностроительных сталей.

Марка стали	σ_T , МПа	σ_{σ} , МПа	δ , %	ψ , %
15Х2МФА	658	655	20	71
15ХН	550	700	21	40
25Х2Н4МФ	775	902	22	63
30ХГСТ	325	553	74	68
30ХГСМА	1400	1650	9	45
35ХМФА	770	920	14	61
35ХН2МФА	1590	1870	8	67
40Х	1660	1970	10	48

Таблица 5. Гарантированные значения механических характеристик углеродистых качественных сталей (МПа).

Марка стали	Предел прочности σ_{σ}	Предел текучести σ_T	Предел текучести при кручении τ_T	Предел выносливости	
				σ_{-1}	τ_{-1}
10	340	210	140	160	80
20	420	250	160	170	100
25	450	280	165	190	105
30	490	290	170	200	110
35	530	310	190	220	130
40	570	330	200	230	140
45	600	350	220	250	150
50	630	370	240	270	160
55	650	380	260	280	170
60	680	400	280	300	180

Формула Ясинского-Тетмайера для определения критических напряжений

$$\sigma_{кр} = a - b\lambda$$

a, b- коэффициенты определяемые экспериментально

$$\lambda - \text{гибкость стержня } \lambda = \frac{\mu l}{\lambda_{\min}}; \lambda_0 \leq \lambda \leq \lambda_{\text{пред}}; \text{Значения } a, b, \lambda_{\text{пред.}} \text{ и } \lambda_0:$$

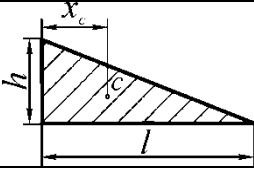
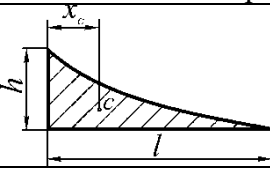
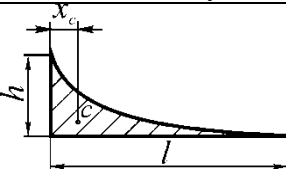
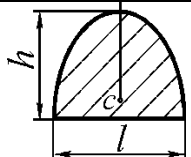
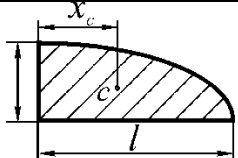
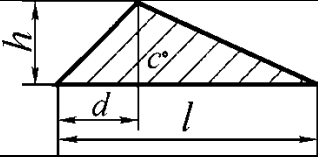
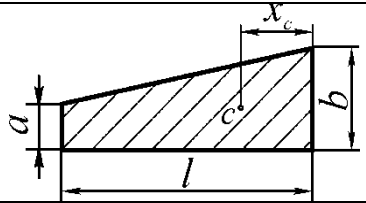
МАТЕРИАЛ	a, [МПа]	b, [МПа]	$\lambda_{пред.}$	λ_0
Сталь Ст.2	250	0,668	105	60
Сталь Ст.3	310	1,14	100	61
Сталь 20, Ст.4	343	1,42	95	60
Сталь Ст.5 , 35Л	348	1,42	90	55
14Г2, 15ГС, 14ХГС, 15ХСНД	469	2,62	85	50
Сталь 35, 45 Л	420	2	90	50
Сталь 45	589	3,82	85	60
Сталь 50, 55 Л	413	1,25	82	50
30ХМЛ, 35ХМФА,	1000	5,4	55	28
30ХГСА, 40ХММА	400	3,33	60	30
Дюралюминий Д16Т	290	2,28	80	5
Дюралюминий Д6Т	29,3	0,194	70	-
Сосна, ель				

Для стержней чугунного литья:

$$\sigma_{кр} = 776 + 12\lambda + 0,053\lambda$$

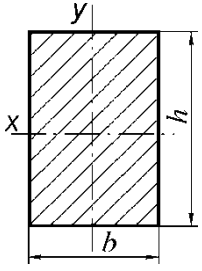
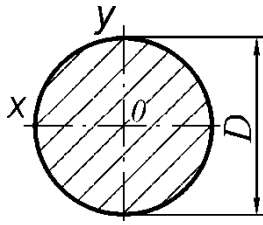
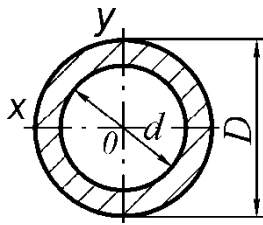
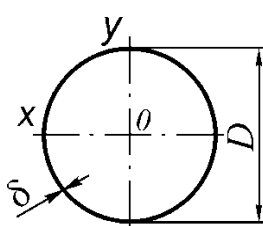
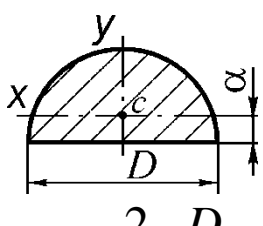
Эта формула применима при $\sigma_{кр} \leq \sigma_{пл \text{ ч.с.}}$; если $\sigma_{кр} \geq \sigma_{пл \text{ ч.с.}}$ стержень следует рассчитывать на **прочность**, а не на **устойчивость**.

Площади геометрических фигур и координаты их центров тяжести

Геометрическая фигура	Площадь фигуры	Координата центра тяжести
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Прямоугольный треугольник		
	$\frac{1}{2}lh$	$\frac{1}{3}l$
Квадратная парабола (параболический треугольник)		
	$\frac{1}{3}lh$	$\frac{1}{4}l$
Кубическая парабола (параболический треугольник)		
	$\frac{1}{4}lh$	$\frac{1}{5}l$
Квадратная парабола		
	$\frac{2}{3}lh$	$\frac{1}{2}l$
Квадратная парабола		
	$\frac{2}{3}lh$	$\frac{3}{8}l$
Треугольник		
	$\frac{1}{2}lh$	$\frac{a+l}{3}$
Трапеция		
	$\frac{a+b}{2}l$	$\frac{2a+b}{3(a+b)}l$

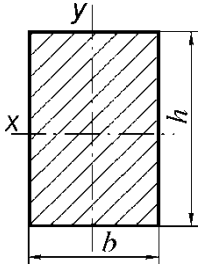
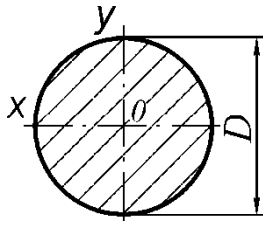
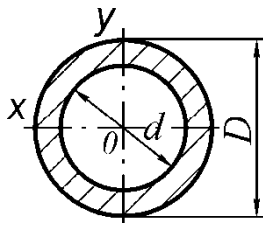
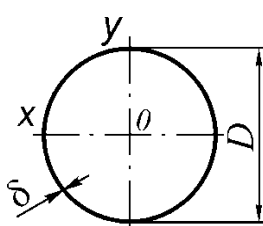
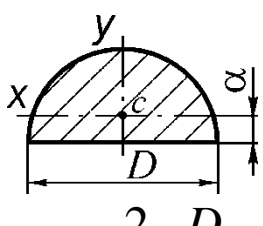
Геометрические характеристики плоских сечений

(площадь сечения, осевой момент инерции и сопротивления).

Форма поперечного сечения	Площадь поперечного сечения	Осевой момент инерции	Осевой момент сопротивления
1	2	3	4
	$F = bh$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$ $J_y = \frac{hb^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$ $W_y = \frac{hb^2}{6}$
	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^4}{64}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^3}{32}$
	$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ $\alpha = \frac{d}{D}$	$J_x = J_y =$ $= \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$	$W_x = W_y =$ $= \frac{\pi D^3}{32} (1 - \alpha^4)$
	$F = \pi D \delta$ $\delta < 0,1D$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^3 \delta}{8}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^2 \delta}{4}$
 $\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{\pi}$	$F = \frac{\pi D^2}{8}$	$J_x = \frac{D^4}{16} \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) =$ $\approx 6,86 \cdot 10^{-3} D^4$ $J_y = \frac{\pi D^4}{128}$	$W_x \approx 0,0324 D^3$ (для нижних волокон) $W_x \approx 0,0239 D^3$ (для верхних волокон) $W_y = \frac{\pi D^3}{64}$

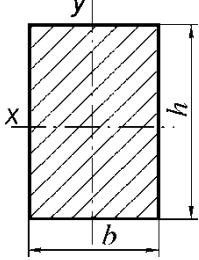
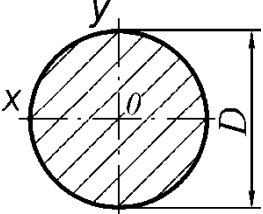
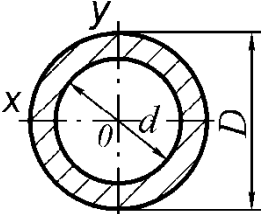
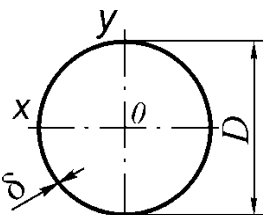
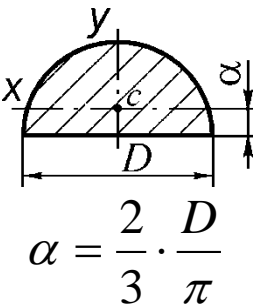
Геометрические характеристики плоских сечений

(площадь сечения, осевой момент инерции и сопротивления).

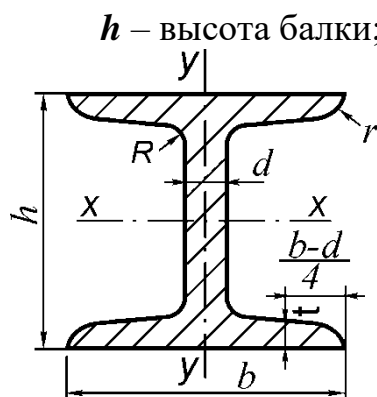
Форма поперечного сечения	Площадь поперечного сечения	Осевой момент инерции	Осевой момент сопротивления
1	2	3	4
	$F = bh$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$ $J_y = \frac{hb^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$ $W_y = \frac{hb^2}{6}$
	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^4}{64}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^3}{32}$
	$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ $\alpha = \frac{d}{D}$	$J_x = J_y =$ $= \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$	$W_x = W_y =$ $= \frac{\pi D^3}{32} (1 - \alpha^4)$
	$F = \pi D \delta$ $\delta < 0,1D$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^3 \delta}{8}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^2 \delta}{4}$
 $\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{\pi}$	$F = \frac{\pi D^2}{8}$	$J_x = \frac{D^4}{16} \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) =$ $\approx 6,86 \cdot 10^{-3} D^4$ $J_y = \frac{\pi D^4}{128}$	$W_x \approx 0,0324 D^3$ (для нижних волокон) $W_x \approx 0,0239 D^3$ (для верхних волокон) $W_y = \frac{\pi D^3}{64}$

Геометрические характеристики плоских сечений

(площадь сечения, осевой момент инерции и сопротивления).

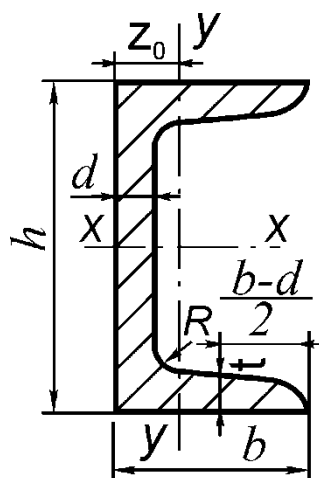
Форма поперечного сечения	Площадь поперечного сечения	Осевой момент инерции	Осевой момент сопротивления
1	2	3	4
	$F = bh$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$ $J_y = \frac{hb^3}{12}$	$W_x = \frac{bh^2}{6}$ $W_y = \frac{hb^2}{6}$
	$F = \frac{\pi D^2}{4}$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^4}{64}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^3}{32}$
	$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$ $\alpha = \frac{d}{D}$	$J_x = J_y =$ $= \frac{\pi D^4}{64} (1 - \alpha^4)$	$W_x = W_y =$ $= \frac{\pi D^3}{32} (1 - \alpha^4)$
	$F = \pi D \delta$ $\delta < 0,1D$	$J_x = J_y = \frac{\pi D^3 \delta}{8}$	$W_x = W_y = \frac{\pi D^2 \delta}{4}$
 $\alpha = \frac{2}{3} \cdot \frac{D}{\pi}$	$F = \frac{\pi D^2}{8}$	$J_x = \frac{D^4}{16} \left(\frac{\pi}{8} - \frac{8}{9\pi} \right) =$ $\approx 6,86 \cdot 10^{-3} D^4$ $J_y = \frac{\pi D^4}{128}$	$W_x \approx 0,0324 D^3$ (для нижних волокон) $W_x \approx 0,0239 D^3$ (для верхних волокон) $W_y = \frac{\pi D^3}{64}$

Сталь прокатная – балки двутавровые (ГОСТ 8239-72)



h – высота балки; b – ширина полки; α – толщина стенки;
 t – средняя толщина полки; R и r – радиусы
 внутреннего и наружного
 закругления полки; I – момент инерции; W – момент
 сопротивления;
 i – радиус инерции; S – статический момент
 полусечения.

СТАЛЬ ПРОКАТНАЯ – ШВЕЛЛЕРЫ (ГОСТ 8240-72)



h – высота швеллера; b – ширина полки; α –
 толщина стенки;
 t – средняя толщина полки; R и r – радиусы
 внутреннего закругления
 полки; I – момент инерции; W – момент
 сопротивления; i – радиус инерции;
 S – статический момент полусечения; Z_0 –
 расстояние от оси $y - y$ до ц.т. сечения.

Критерии оценивания:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного;
- языковое оформление ответа

Показатели и шкала оценивания:

Шкала оценивания	Показатели
5	<ul style="list-style-type: none"> – Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, отсутствуют фактические ошибки. – Продемонстрировано уверенное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (уместность употребления, аббревиатуры, толкование и т.д.), отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументировано излагать собственную точку зрения. Видно уверенное владение освоенным материалом, изложение сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики. – Ответ четко структурирован и выстроен в заданной логике. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа укладывается в заданные рамки при сохранении смысла.

Шкала оценивания	Показатели
	<p>– Высокая степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала: стилистические обороты, манера изложения, словарный запас. Отсутствуют стилистические и орфографические ошибки в тексте. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений</p>
4	<p>– Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано знание фактического материала, встречаются несущественные фактические ошибки.</p> <p>– Продемонстрировано владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, отсутствуют ошибки в употреблении терминов. Показано умелое использование категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Продемонстрировано умение аргументированно излагать собственную точку зрения. Изложение отчасти сопровождается адекватными иллюстрациями (примерами) из практики.</p> <p>– Ответ в достаточной степени структурирован и выстроен в заданной логике без нарушений общего смысла. Части ответа логически взаимосвязаны. Отражена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа незначительно превышает заданные рамки при сохранении смысла.</p> <p>– Достаточная степень самостоятельности, оригинальность в представлении материала. Встречаются мелкие и не искажающие смысла ошибки в стилистике, стилистические штампы. Есть 1-2 орфографические ошибки. Работа выполнена аккуратно, без помарок и исправлений</p>
3	<p>– Содержание ответа в целом соответствует теме задания. Продемонстрировано удовлетворительное знание фактического материала, есть фактические ошибки (25-30%).</p> <p>– Продемонстрировано достаточное владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины, есть ошибки в употреблении и трактовке терминов, расшифровке аббревиатур. Ошибки в использовании категорий и терминов дисциплины в их ассоциативной взаимосвязи. Нет собственной точки зрения либо она слабо аргументирована. Примеры, приведенные в ответе в качестве практических иллюстраций, в малой степени соответствуют изложенным теоретическим аспектам.</p> <p>– Ответ плохо структурирован, нарушена заданная логика. Части ответа разорваны логически, нет связей между ними. Ошибки в представлении логической структуры проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа в существенной степени (на 25-30%) отклоняется от заданных рамок.</p> <p>– Текст ответа примерно наполовину представляет собой стандартные обороты и фразы из учебника/лекций. Обилие ошибок в стилистике, много стилистических штампов. Есть 3-5 орфографических ошибок. Работа выполнена не очень аккуратно, встречаются помарки и исправления</p>
2	<p>– Содержание ответа не соответствует теме задания или соответствует ему в очень малой степени. Продемонстрировано крайне низкое (отрывочное) знание фактического материала, много фактических ошибок - практически все факты (данные) либо искажены, либо неверны.</p> <p>– Продемонстрировано крайне слабое владение понятийно-терминологическим аппаратом дисциплины (неуместность употребления, неверные аббревиатуры, искаженное толкование и т.д.), присутствуют многочисленные ошибки в употреблении терминов. Показаны неверные ассоциативные взаимосвязи категорий и терминов дисциплины. Отсутствует</p>

Шкала оценивания	Показатели
	<p>аргументация изложенной точки зрения, нет собственной позиции. Отсутствуют примеры из практики либо они неадекватны.</p> <p>– Ответ представляет собой сплошной текст без структурирования, нарушена заданная логика. Части ответа не взаимосвязаны логически. Нарушена логическая структура проблемы (задания): постановка проблемы - аргументация - выводы. Объем ответа более чем в 2 раза меньше или превышает заданный.</p> <p>– Текст ответа представляет полную кальку текста учебника/лекций. Стилистические ошибки приводят к существенному искажению смысла. Большое число орфографических ошибок в тексте (более 10 на страницу). Работа выполнена неаккуратно, с обилием помарок и исправлений</p>

ФОС рассмотрен на заседании кафедры
Теоретической механики и утвержден на 2017/2018 учебный год
 Протокол № 11 от «31» августа 2017 г.

Зав. кафедрой: _____



/ Исаков А.В./

Декан СМФ



Якунчиков В.В.