



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

20.02.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ***

Направление подготовки (специальность)  
08.03.01 Строительство

Направленность (профиль/специализация) программы  
Промышленное и гражданское строительство

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Механики
Курс	2
Семестр	3, 4

Магнитогорск  
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 481)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Механики  
19.02.2020, протокол № 7

Зав. кафедрой  А.С. Савинов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
20.02.2020 г. протокол № 5


Председатель  А.С. Савинов

Согласовано:

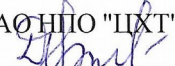
Зав. кафедрой Проектирования зданий и строительных конструкций

 В.Б. Гаврилов

Рабочая программа составлена:

ст. преподаватель кафедры Механики,  А.А. Ступак

Рецензент:

Директор ЗАО НПО "ЦХТ", канд. техн. наук  
 В.П. Дзюба

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью освоения дисциплины «Сопротивление материалов» является подготовка будущего бакалавра к проведению самостоятельных расчетов конструкций и элементов конструкций.

Задачи дисциплины – дать обучающемуся:

- необходимые представления о работе конструкций, расчетных схемах, задачах расчета стержней и стержневых систем на прочность, жесткость и устойчивость;
- знания о механических процессах, необходимые для изучения специальных дисциплин.

Приобретенные знания способствуют формированию инженерного мышления.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Сопротивление материалов входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Физика

Теоретическая механика

Математика

Начертательная геометрия и компьютерная графика

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Строительная механика

Расчёт строительных конструкций на ЭВМ

Железобетонные и каменные конструкции

Металлические конструкции включая сварку

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Сопротивление материалов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата
ОПК-1.1	Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретических и экспериментальных исследований
ОПК-1.2	Использует теоретические основы технических наук для применения инновационных технологий на реальных строительных объектах
ОПК-1.3	Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа
ОПК-1.4	Решает теоретические задачи в области теплотехники, гидравлики, теплообмена, используя фундаментальные знания

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 академических часов, в том числе:

- контактная работа – 137,7 академических часов;
- аудиторная – 132 академических часов;
- внеаудиторная – 5,7 академических часов
- самостоятельная работа – 42,6 академических часов;
- подготовка к экзамену – 35,7 академических часов

Форма аттестации - зачет, экзамен

Раздел/ тема  
дисциплины  
Семестр  
Аудиторная  
контактная работа  
(в академических часах)  
Самостоятельная работа студента  
Вид самостоятельной  
работы  
Форма текущего контроля успеваемости и  
промежуточной аттестации  
Код компетенции

Лек.  
лаб.  
зан.  
практ. зан.

1. Раздел 1

1.1 Введение. Предмет и задачи курса.

3  
2

2  
1,2

Самостоятельное изучение учебной и научно литературы

- Теоретический опрос  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.2 Внутренние силовые факторы. Метод сечений.
- 4
- 4  
2
- Поиск дополнительной информации по заданной теме  
Теоретический опрос  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.3 Центральное растяжение-сжатие. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
- 4
- 4  
3
- Выполнение РГР 1, задача 1 «Построение эпюр ВСФ в статически определимых стержневых системах» и подготовка к аудиторной контрольной работе № 1  
Аудиторная контрольная работа № 1.  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.4 Геометрические характеристики поперечных сечений стержней.
- 4
- 4  
4
- Выполнение РГР 2 «Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»  
Теоретический опрос  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.5 Кручение стержней круглого поперечного сечения. Напряжения и деформации.
- 2
- 2  
7
- Выполнение РГР 1, задача 2 «Построение эпюр ВСФ в статически определимых стержневых системах»  
Теоретический опрос  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.6 Испытание материалов на растяжение, сжатие. Механические характеристики материалов.
- 2
- 2  
2
- Самостоятельное изучение учебной и научно литературы  
Теоретический опрос, собеседование  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.7 Изгиб. Построение эпюр внутренних силовых факторов.
- 6
- 6  
10
- РГР 3 «Прямой поперечный изгиб. Расчеты на прочность» и подготовка к аудиторной контрольной работе № 2  
Теоретический опрос  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4
- 1.8 Плоский поперечный изгиб. Определение нормальных напряжений при чистом изгибе. Определение касательных напряжений при поперечном изгибе.
- 4



	РГР 4. «Определение перемещений в балках и рамах» и подготовка к аудиторной контрольной работе № 3 Аудиторная контрольная работа № 3. ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	
2.3	Метод сил. Расчет статически неопределимых балок и рам.	6
		4 1,5
	РГР 5. «Расчет статически неопределимых систем методом сил» Теоретический опрос ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	
2.4	Понятие о сложном сочинении. Косой изгиб. Внецентренное растяжение/сжатие	6
		6 1
	РГР 6. «Сложное сопротивление» Теоретический опрос ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	
2.5	Устойчивость центрально сжатых стержней	6
		8 0,4
	Выполнение практических работ Теоретический опрос ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	
2.6	Динамические задачи.	4
		2
	Самостоятельное изучение учебной и научной литературы Теоретический опрос ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4	
<b>Итого по разделу</b>		<b>32</b>
		<b>32</b> <b>4,4</b>
	<b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4</b>	
<b>Итого за семестр</b>		<b>32</b>
		<b>32</b> <b>4,4</b>
	<b>экзамен</b> <b>ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4</b>	
<b>Итого по дисциплине</b>		

66

66  
42,6

зачет, экзамен  
ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-1.4



## 5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Сопротивление материалов» используются традиционные образовательные технологии. Они ориентируются на организацию образовательного процесса, предполагающую прямую трансляцию знаний от преподавателя к обучающемуся (преимущественно на основе объяснительно-иллюстративных методов обучения). Учебная деятельность обучающегося носит в таких условиях, как правило, репродуктивный характер.

Формы учебных занятий с использованием традиционных технологий:

Информационная лекция – последовательное изложение материала в дисциплинарной логике, осуществляемое преимущественно вербальными средствами (монолог преподавателя).

Практическое занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по предложенному алгоритму.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Асадулина, Е. Ю. Сопротивление материалов. Конспект лекций : учебное пособие для вузов / Е. Ю. Асадулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 254 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-02566-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453440> (дата обращения: 23.06.2020).
2. Сопротивление материалов : учебник / П. А. Павлов, Л. К. Паршин, Б. Е. Мельников, В. А. Шерстнев ; под редакцией Б. Е. Мельникова. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 556 с. — ISBN 978-5-8114-4208-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116013> (дата обращения: 23.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ибрагимов, Ф. Г. Механика деформируемых стержней : учебное пособие [для вузов] / Ф. Г. Ибрагимов, А. С. Постникова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3877.pdf&show=dcatalogues/1/1530012/3877.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1504-6. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### б) Дополнительная литература:

1. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / В. Г. Атапин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 342 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07212-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450626> (дата обращения: 23.06.2020).

2. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / С. Н. Кривошапко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 397 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00491-5. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/449918> (дата обращения: 23.06.2020).
3. Лукьянов, А. М. Сборник задач по сопротивлению материалов : учебное пособие / А. М. Лукьянов, М. А. Лукьянов. — Москва : ИНФРА-М, 2020. — 546 с. — (Высшее образование: Специалист). — DOI 10.12737/989326. - ISBN 978-5-16-107042-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/989326> (дата обращения: 23.06.2020). – Режим доступа: по подписке.
4. Савинов, А. С. Практикум по сопротивлению материалов : практикум / А. С. Савинов, О. А. Осипова, А. С. Постникова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2017. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3242.pdf&show=dcatalogues/1/1137007/3242.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
5. Дьяченко, Д. Я. Практикум по сопротивлению материалов : учебное пособие / Д. Я. Дьяченко, Н. И. Наумова ; МГТУ, [каф. ТМиСМ]. - Магнитогорск, 2010. - 117 с. : ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=343.pdf&show=dcatalogues/1/1074907/343.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

#### **в) Методическая литература:**

1. Дьяченко, Д. Я. Прямой поперечный изгиб: сборник заданий / Д. Я. Дьяченко; МГТУ. - Магнитогорск: МГТУ, 2010. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1257.pdf&show=dcatalogues/1/1123435/1257.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
2. Дьяченко, Д. Я. Сопротивление материалов: практикум / Д. Я. Дьяченко; МГТУ. - Магнитогорск, 2014. - 97 с.: ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=800.pdf&show=dcatalogues/1/1116021/800.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.
3. Кашникова, Ю. А. Сопротивление материалов: курс лекций. Ч. I. Простое сопротивление / Ю. А. Кашникова, В. П. Дзюба; МГТУ, [каф. ТМиСМ]. - Магнитогорск, 2010. - 52 с.: ил., табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=460.pdf&show=dcatalogues/1/1080671/460.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Имеется печатный аналог.
4. Сопротивление материалов / Е. Г. Макаров. - М.: Новый Диск, 2008. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=162.pdf&show=dcatalogues/1/1052263/162.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
5. Деформация, растяжение-сжатие: методические указания к проведению практической и самостоятельной работы по дисциплине "Сопротивление материалов" для студентов очной и заочной формы обучения 150400.62, 150700.62, 151000.62, 140400.62 / сост.: Степанищев А. Е.; МГТУ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск: МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3104.pdf&show=dcatalogues/1/1135522/3104.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

6. Деформация. Кручение: методические указания к проведению практической и самостоятельной работы по дисциплине "Соппротивление материалов" для студентов очной и заочной формы обучения 150400.62, 150700.62, 151000.62, 140400.62 / сост.: Степанищев А. Е.; МГТУ; Белорецкий филиал. - Магнитогорск: МГТУ, 2014. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3103.pdf&show=dcatalogues/1/1135518/3103.pdf&view=true> (дата обращения: 09.10.2020). - Макрообъект. - Текст: электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.
7. Ицкович, Г. М. Соппротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 1: учебное пособие для вузов / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров; под редакцией Л. С. Минина. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 324 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09129-8. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/45416> (дата обращения: 13.10.2020).
8. Ицкович, Г. М. Соппротивление материалов. Руководство к решению задач в 2 ч. Часть 2: учебное пособие для вузов / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров; под редакцией Л. С. Минина. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 299 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09131-1. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/454244> (дата обращения: 13.10.2020).
9. Асадулина, Е. Ю. Соппротивление материалов: построение эпюр внутренних силовых факторов, изгиб: учебное пособие для вузов / Е. Ю. Асадулина. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 115 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09944-7. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/453439> (дата обращения: 13.10.2020).
10. Кривошапко, С. Н. Соппротивление материалов. Практикум: учебное пособие для вузов / С. Н. Кривошапко, В. А. Копнов. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 353 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7117-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450811> (дата обращения: 13.10.2020).
11. Сидорин, С. Г. Соппротивление материалов: теория, тестовые задания, примеры решения: учеб. пособие / С.Г. Сидорин, Ф.С. Хайруллин. — Москва: РИОР: ИНФРА-М, 2018. — 184 с. — (Высшее образование). — DOI: <https://doi.org/10.12737/1694-7>. - ISBN 978-5-369-01694-7. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/792606> (дата обращения: 14.10.2020). – Режим доступа: по подписке.
12. Атаров, Н. М. Соппротивление материалов в примерах и задачах: учебное пособие / Н.М. Атаров. — Москва: ИНФРА-М, 2020. — 407 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-003871-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1073557> (дата обращения: 14.10.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021

MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	<a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	<a href="http://www1.fips.ru/">http://www1.fips.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.aspx">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.aspx</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа. Оснащение:

**Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

По дисциплине «Сопротивление материалов» предусмотрено выполнение расчетно-графических работ обучающихся.

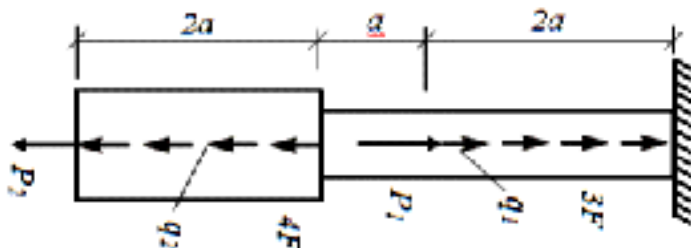
**Примерные расчетно-графические работы (РГР):**

*РГР №1 «Построение эпюр ВСФ в статически определимых стержневых системах»*

*Задача 1.* Для статически определимого стержня ступенчато постоянного сечения по схеме при заданных осевых нагрузках и геометрических размерах, требуется:

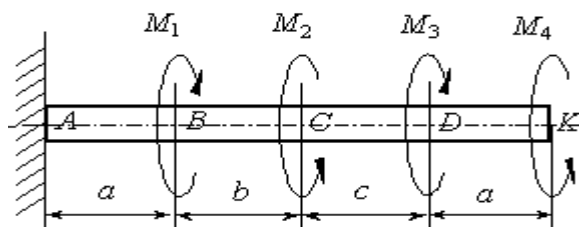
1. Определить опорную реакцию в месте закрепления стержня.
2. Вычислить значения продольных сил и нормальных напряжений в характерных сечениях и построить эпюры этих величин.
3. Найти величины абсолютных удлинений (укорочений) участков стержня и величину общего удлинения (укорочения) стержня в целом.
4. Определить значения осевых перемещений характерных сечений и построить эпюру осевых перемещений.

$a=2\text{м}, P_1= 15 \text{ кН}, P_2= 10 \text{ кН}, q_1=2 \text{ кН/м}, q_2=4 \text{ кН/м}, F=10\text{см}^2$



*Задача 2.* Построить эпюру крутящих моментов углов закручивания; найти наибольший относительный угол закручивания.

$a=2\text{м}, b=4\text{м}, c=5\text{м}, M_1= 15 \text{ кНм}, M_2= 10 \text{ кНм}, M_3= 12 \text{ кНм}, M_4= 17 \text{ кНм}.$



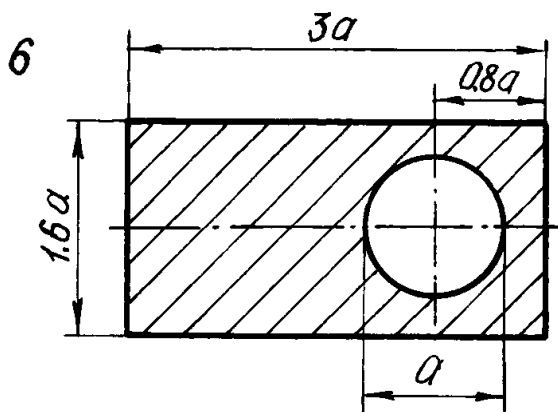
*РГР №2 «Геометрические характеристики поперечных сечений стержней»*

Для несимметричных сечений по схемам при заданных размерах, требуется:

1. определить положение центра тяжести;
2. вычислить осевые и центробежные моменты инерции относительно центральных осей;
3. определить положение главных центральных осей инерции и величины главных моментов инерции;
4. построить круг инерции и определить графически величины главных моментов

инерции и направления главных центральных осей.

$a=10\text{см}$

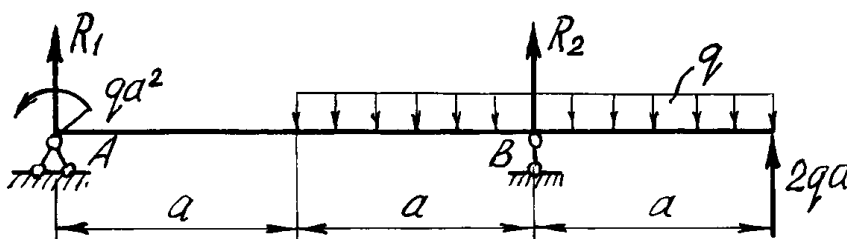


*РГР №3 «Прямой поперечный изгиб. Расчеты на прочность»*

Рассчитать на прочность по методу предельных состояний двутавровую прокатную балку. Материал балки сталь ВСт 3. Предел текучести  $\sigma_t = 240$  МПа, расчетное сопротивление по пределу текучести  $R = 210$  МПа, расчетное сопротивление при сдвиге  $R_s = 130$  МПа. Коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,9$ . Коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .

1. Подобрать сечение балки из двутавра, используя условие прочности по первой группе предельных состояний.
2. Для сечения балки, в котором действует наибольший изгибающий момент, построить эпюру нормальных напряжений и проверить выполнение условия прочности по нормальным напряжениям.

$a=2\text{м}$ ,  $q=5\text{ кН/м}$

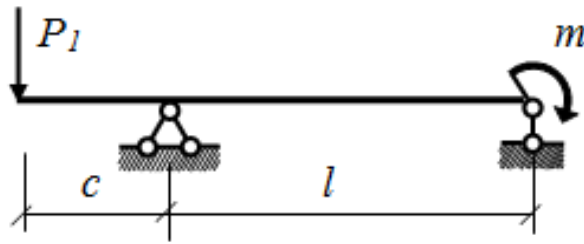


*РГР №4. «Определение перемещений в балках и рамах»*

Для балки с заданной нагрузкой в пролете и при числовых значениях размеров, требуется:

1. Построить эпюры изгибающих моментов и поперечных сил от заданных нормативных нагрузок.
2. Подобрать сечение балки в виде стального прокатного двутавра по методу предельных состояний, приняв коэффициент надежности по нагрузке равным  $\gamma_f=1,2$ . Расчетное сопротивление стали по пределу текучести  $R = 210$  МПа, коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1$ .
3. Определить с помощью метода начальных параметров значения прогибов  $v$  и углов поворота  $\varphi$  поперечных сечений в характерных сечениях балки от нормативных нагрузок. По полученным значениям построить эпюры  $v$  и  $\varphi$ , указав их особенности (экстремумы, скачки, изломы и точки перегиба). Определить числовые значения прогибов в сантиметрах и углов поворота сечений в радианах, приняв модуль упругости стали  $E=2,1 \cdot 10^5$  МПа.
4. Определить с помощью метода Мора величины прогибов и углов поворота в

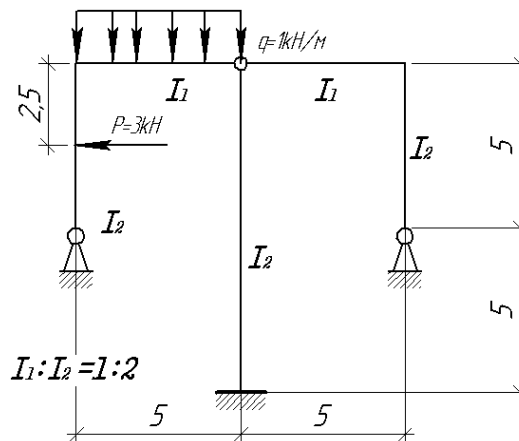
характерных сечениях балки. Сравнить результаты расчета, полученные двумя методами.



*РГР №5. «Расчет статически неопределимых систем методом сил»*

Расчет статически неопределимой системы методом сил

1. выявить степень статической неопределимости заданной системы
2. предложить три варианта основной системы и выбрать наиболее рациональную (учитывать известные способы упрощения расчета (неединичные неизвестные; группировка неизвестных и т.д);
3. показать эквивалентную систему;
4. составить систему канонических уравнений метода сил для предложенного варианта;
5. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от единичных сил, приложенных по направлениям неизвестных усилий  $X_i$  (эп.  $M_i$ ); вычислить единичные коэффициенты канонических уравнений;
6. выполнить проверку единичных коэффициентов;
7. для выбранной основной системы построить эпюры изгибающих моментов от заданной нагрузки (эп.  $MF$ ); вычислить грузовые коэффициенты канонических уравнений;
8. произвести проверку правильности грузовых коэффициентов;
9. решить систему канонических уравнений (проверка обязательна!);
10. построить окончательную эпюру моментов;
11. произвести проверки (статическую и деформационную) правильности окончательной эпюры моментов;
12. построить эпюру  $Q$  по эпюре  $M$ ;
13. построить эпюру  $N$  по эпюре  $Q$ ;
14. вычертить заданную схему, показать полученные усилия и произвести статическую проверку.

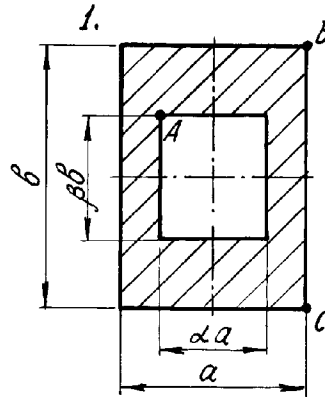


*РГР №6. «Сложное сопротивление. Продольный изгиб. Динамические задачи»*

Для внецентренно сжатого короткого стержня с заданным поперечным сечением и точкой приложения силы требуется:

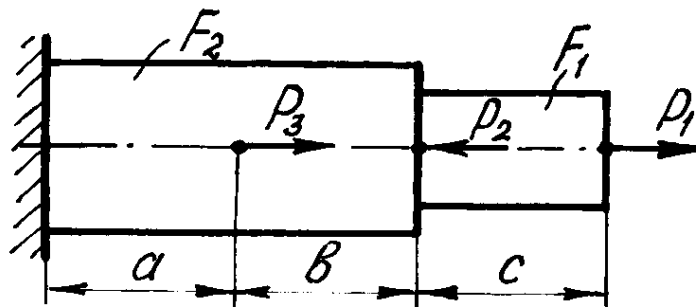
1. Определить площадь поперечного сечения и положение центра тяжести;

2. Определить моменты инерции и радиусы инерции относительно главных центральных осей;
3. Определить положение нулевой линии;
4. Определить грузоподъемность колонны (величину наибольшей сжимающей силы) из условия прочности по методу предельных состояний, приняв расчетные сопротивления материала при растяжении  $R_p = 1$  МПа, при сжатии  $R_c = 5$  МПа, коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1$ ;
5. Построить эпюру нормальных напряжений в поперечном сечении от действия найденной расчетной силы.



АКР №1 «Построение эпюр ВСФ»

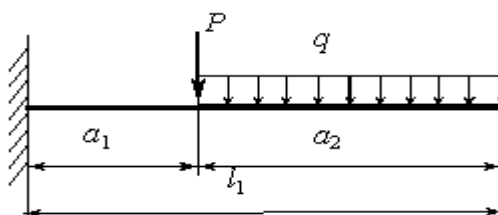
Стальной стержень нагружен тремя силами  $P_1=3$ кН,  $P_2=5$ кН и  $P_3=7$ кН. Требуется определить на участках продольные силы и построить эпюру  $N$ .



АКР №2 «Прямой поперечный изгиб»

Исходные данные:  $M = 20$  кНм,  $P = 20$  кН,  $q = 8$  кН/м.

Для заданной балки требуется написать выражения  $Q$  и  $M$  для каждого участка в общем виде, построить эпюры  $Q$  и  $M$ , найти  $M_{max}$  и подобрать стальную балку двутаврового поперечного сечения при  $[\sigma]=160$  МПа.

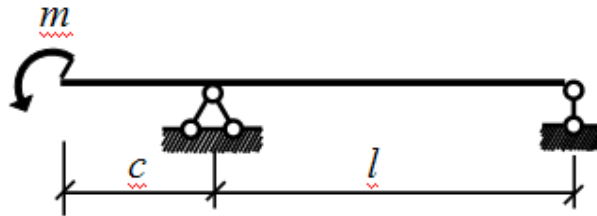


АКР №3 «Определение перемещений в балках и рамах»



Исходные данные:  $m = 20$  кНм,  $c = 2$  м,  $l = 8$  м.

Для балки с заданной нагрузкой в пролете и при числовых значениях размеров, требуется определить с помощью метода Мора значение угла поворота  $\varphi$  поперечных сечений на краю консоли от нагрузки  $m=6$ кН (модуль упругости стали  $E=2,1 \cdot 10^5$  МПа).

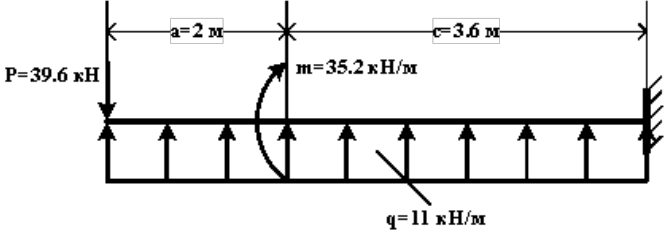


**Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

а) *Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:*

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине «Сопротивление материалов» за 3 семестр проводится в форме зачета, за 4 семестр в форме экзамена.

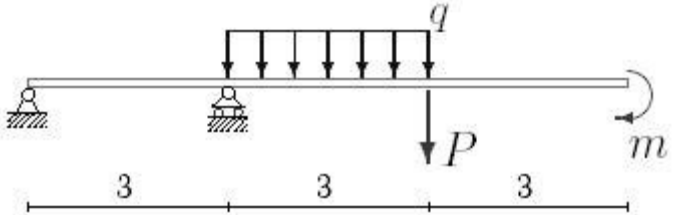
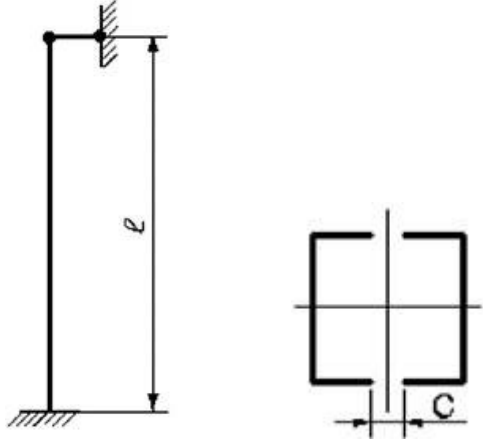
Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<i>ОПК-1 Способен решать задачи профессиональной деятельности на основе использования теоретических и практических основ естественных и технических наук, а также математического аппарата</i>		
<i>ОПК-1.1 - Определяет характеристики физического и химического процесса (явления), характерного для объектов профессиональной деятельности, на основе теоретических и экспериментальных исследований</i>		
Знать	основные положения, гипотезы сопротивления материалов, аналитические и экспериментальные методы определения перемещений; основные понятия, правила и порядок расчетов элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость.	<p style="text-align: center;"><b><i>Перечень теоретических вопросов к зачету и экзамену:</i></b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цель и задачи курса "Сопротивление материалов" и его связь с другими дисциплинами.</li> <li>2. Свойства, которыми наделяется основная модель твердого деформируемого тела в механике.</li> <li>3. Характерные формы элементов конструкций. Виды основных деформаций стержня.</li> <li>4. Внешние силы. Отличие во взгляде на внешние силы в сопротивлении материалов и в теоретической механике. Внутренние силы. Метод сечений. Понятие о напряжении, его компоненты.</li> <li>5. Закон Гука для материала. Принцип Сен-Венана. Принцип независимости действия сил. Условия его применимости.</li> <li>6. Внутреннее усилие при осевом растяжении (сжатии) прямоосного призматического стержня. Эпюра продольной силы и характерные особенности ее очертания.</li> <li>7. Вывод формулы для нормального напряжения в поперечных сечениях стержня при растяжении (сжатии). Основная гипотеза.</li> <li>8. Условие прочности при растяжении (сжатии) и задачи, решаемые с его помощью. Допускаемое напряжение, коэффициент запаса по прочности.</li> <li>9. Продольная и поперечная деформации при растяжении (сжатии). Упругие постоянные материала. Закон Гука для осевой деформации стержня.</li> <li>10. Формула для определения абсолютной деформации при осевом растяжении (сжатии)</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
Уметь	рассчитывать в статически определимых системах неизвестные реакции связей и строить эпюры внутренних силовых факторов при различных видах загрузки	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b>            Для схемы балки требуется :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составить аналитические выражения изменения изгибающего момента <math>M_x</math> и поперечной силы <math>Q_y</math> на всех участках балки ;</li> <li>2. Построить эпюры изгибающих моментов <math>M_x</math> и поперечных сил <math>Q_y</math>, указав значения ординат во всех характерных сечениях участков балки ;</li> <li>3. Руководствуясь эпюрами изгибающих моментов, вычертить приблизительный вид изогнутой оси балки ;</li> <li>4. Определить положения опасных сечений и из условия прочности подобрать поперечный размер балки (круг диаметром <math>d</math> при допускаемом напряжении <math>[\sigma]=280</math> МПа (сталь))</li> </ol> 
Владеть	навыками в построении эпюр внутренних усилий, перемещений в статически определимых балках и рамах при изгибе	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b>            Для схемы балки требуется :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Вычислить опорные реакции и проверить их ;</li> <li>2. Составить аналитические выражения изменения изгибающего момента <math>M_x</math> и поперечной силы <math>Q_y</math> на всех участках балки ;</li> <li>3. Построить эпюры изгибающих моментов <math>M_x</math> и поперечных сил <math>Q_y</math>, указав значения ординат во всех характерных сечениях участков балки ;</li> <li>4. Руководствуясь эпюрами изгибающих моментов, вычертить приблизительный вид изогнутой оси балки ;</li> <li>5. Определить положения опасных сечений и из условия прочности подобрать поперечный размер балки (двутавровое (ГОСТ 8239-72) при допускаемом напряжении <math>[\sigma]=200</math> МПа (сталь))</li> <li>6. Определить значение прогиба в середине балки.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		

*ОПК 1.2 - Использует теоретические основы технических наук для применения инновационных технологий на реальных строительных объектах*

Знать	оценки прочности при простых и сложном сопротивлении, продольном изгибе	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету и экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ напряженно-деформированного состояния в окрестности точки тела.</li> <li>2. Понятие главных напряжений. Экстремальность главных напряжений. Экстремальные значения касательных напряжений.</li> <li>3. Закон парности касательных напряжений.</li> <li>4. Обобщенный закон Гука для изотропного материала.</li> <li>5. Понятие о хрупком и вязком разрушении материала. Теории прочности для хрупкого состояния материала (I и II теории). Основные гипотезы. Эквивалентные напряжения по первой и второй теориям прочности.</li> <li>6. Теории пластического деформирования (III и IV теории). Основные гипотезы. Эквивалентные напряжения по третьей и четвертой теориям прочности.</li> <li>7. Сдвиг. Чистый сдвиг. Закон Гука при чистом сдвиге. Связь между упругими постоянными изотропного материала.</li> <li>8. Кручение. Понятие о кручении вала. Внутренние усилия при кручении. Построение эпюры крутящего момента.</li> <li>9. Вывод формулы для касательного напряжения в поперечном сечении вала кругового сечения. Основные гипотезы.</li> <li>10. Условие прочности при кручении. Полярный момент сопротивления. Подбор сечения вала по условию прочности.</li> </ol>
Уметь	определять линейные перемещения и углы поворота поперечных сечений в балках и рамах при изгибе	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b></p> <p>Для балки, изображенной на рис., требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. построить эпюры моментов и поперечных сил;</li> <li>2. указать положение опасного сечения (сечение балки с максимальным моментом);</li> <li>3. определить прогиб <math>\Delta</math> балки в точке приложения силы <math>P</math>.</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства						
		<table border="1" data-bbox="1429 236 1630 379"> <tr> <td>P, кН</td> <td>m, кН</td> <td>q, кН/м</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>20</td> <td>12</td> </tr> </table> 	P, кН	m, кН	q, кН/м	3	20	12
P, кН	m, кН	q, кН/м						
3	20	12						
Владеть	навыками определения основных характеристик прочности, устойчивости материала	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b>          Для стальной колонны с заданными длиной <math>l</math>, опорными креплениями и типом поперечного сечения требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить величину критической силы.</li> <li>2. Определить величину допустимой нагрузки, используя коэффициент понижения основного допустимого напряжения и приняв для стали Ст 5 <math>[\sigma] = 150</math> МПа.</li> <li>3. Рассчитать коэффициент запаса устойчивости.</li> </ol> <table border="1" data-bbox="907 849 1220 1002"> <tr> <td>l, м</td> <td>F, кН</td> <td>Швеллер</td> </tr> <tr> <td>3,0</td> <td>400</td> <td>5</td> </tr> </table> 	l, м	F, кН	Швеллер	3,0	400	5
l, м	F, кН	Швеллер						
3,0	400	5						



*ОПК-1.3 - Решает инженерные задачи с помощью математического аппарата векторной алгебры, аналитической геометрии и математического анализа*

<p>Знать</p>	<p>методы расчета статически определимых и статически неопределимых стержневых систем на силовые воздействия.</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету и экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Вывод формулы для определения угла закручивания вала. Условие жесткости при кручении и подбор сечения вала по условию жесткости.</li><li>2. Понятие об изгибе балки. Условия возникновения плоского изгиба. Плоский поперечный и чистый изгибы. Внутренние усилия в балках, правило знаков. Эпюры внутренних усилий и характерные закономерности их очертания.</li><li>3. Дифференциальные зависимости между изгибающим моментом, поперечной силой и интенсивностью распределенной нагрузки при плоском изгибе.</li><li>4. Вывод формулы для нормального напряжения в поперечных сечениях балки при чистом изгибе. Условие прочности при чистом изгибе. Осевой момент сопротивления.</li><li>5. Формула Д.И.Журавского для касательных напряжений в поперечном сечении балки при плоском поперечном изгибе. Эпюра касательного напряжения в балке прямоугольного поперечного сечения.</li><li>6. Понятие о рациональной форме поперечных сечений балок, изготовленных из материала одинаково (или по-разному) сопротивляющегося растяжению и сжатию.</li><li>7. Деформации при плоском изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (точное и приближенное) второго порядка.</li><li>8. Общий интеграл приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки с одним участком. Граничные условия. Начальные параметры.</li><li>9. Определение перемещений в балках с двумя и более участками. Метод начальных параметров сечения.</li></ol>
<p>Уметь</p>	<p>определять нормальные напряжения в случаях сложного сопротивления и при продольном изгибе.</p>	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b></p> <p>Для заданной двухопорной балки при указанных на схеме нагрузках и размерах требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Определить опорные реакции.</li><li>2. Построить аналитически эпюры поперечных сил и изгибающих моментов.</li><li>3. Установить опасные сечения для нормальных и для касательных напряжений.</li><li>4. Подобрать двутавровое сечение, приняв <math>[\sigma] = 160</math> МПа, и выполнить его проверку по нормальным напряжениям.</li><li>5. Выполнить проверку по касательным напряжениям, приняв <math>[\tau] = 96</math> МПа.</li><li>6. Построить для соответствующих опасных сечений эпюры нормальных и касательных напряжений.</li></ol>

		<table border="1"> <tr> <td><math>M</math>, кН</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td><math>F</math>, кН</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td><math>q</math>, кН/м</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td><math>l</math>, м</td> <td>1,0</td> </tr> </table>	$M$ , кН	20	$F$ , кН	30	$q$ , кН/м	50	$l$ , м	1,0	
$M$ , кН	20										
$F$ , кН	30										
$q$ , кН/м	50										
$l$ , м	1,0										

Владеть	<p>навыками в оценке прочности стержней в случае простых деформаций, сложного сопротивления, при продольном изгибе.</p>	<p><b>Примерное практическое задания для экзамена:</b>          Для балки, поперечное сечение которой составлено из двух швеллеров, требуется выбрать из рациональное расположение поперечного сечения и определить допустимое значение параметра нагрузки <math>F</math>.          Дано: материал – Сталь 5; <math>\sigma_T=280</math> Мпа; <math>l=50</math> см; <math>[n]=2</math>, № швеллера – 20, <math>l_1/l = 1</math>, <math>M/F l = 2</math></p>
---------	---	--

ОПК-1.4 - Решает теоретические задачи в области теплотехники, гидравлики, теплообмена, используя фундаментальные знания

Знать	<p>сущность процессов и явлений, возникающих при деформировании материалов; классические теории прочности и критерии пластичности материалов.</p>	<p><b>Перечень теоретических вопросов к зачету и экзамену:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Понятие о рациональной форме поперечных сечений балок, изготовленных из материала одинаково (или по-разному) сопротивляющегося растяжению и сжатию.</li> <li>2. Деформации при плоском изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки (точное и приближенное) второго порядка.</li> <li>3. Общий интеграл приближенного дифференциального уравнения изогнутой оси балки с одним участком. Граничные условия.</li> <li>4. Определение перемещений в балках и рамах методом Максвелла-Мора. Прием Верещагина.</li> <li>5. Сложное сопротивление. Косой изгиб. Определение напряжений. Условие прочности. Подбор сечений. Определение перемещений.</li> <li>6. Внецентренное растяжение и сжатие. Определение напряжений. Подбор сечений. Нулевая линия.</li> <li>7. Задача Эйлера. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Тетмайера-Ясинского.</li> <li>8. Практический расчет сжатого стержня на устойчивость.</li> </ol>
-------	---	---



9. Понятие о динамическом расчете.

Уметь

осуществлять рациональный выбор конструкционных и эксплуатационных материалов

**Примерное практическое задания для экзамена:**

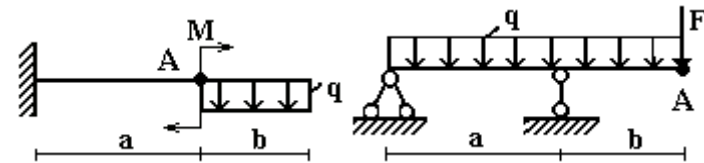
Для балок, изображенных на схемах 1 и 2, требуется:

- 1) построить эпюры внутренних усилий;
- 2) указать положение опасного сечения.
- 3) для деревянной балки, изображенной на схеме 1, подобрать размеры квадратного поперечного сечения из условия прочности, если  $[\sigma] = 16 \text{ МПа}$ ;
- 4) для стальной двутавровой балки, изображенной на схеме 2, подобрать номер прокатного профиля из условия прочности.

$F_1$ , см <sup>2</sup>	a, м	b, м	M, кНм	q, кН/м
12	1	2	24	5

1 схема

2 схема



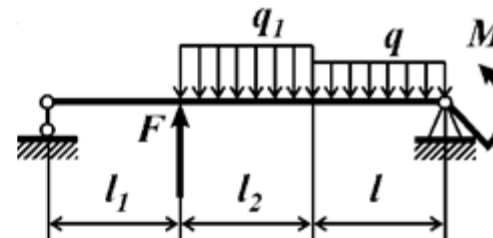
Владеть

навыками выбора оптимальных размеров и форм поперечных сечений стержней, обеспечивающих требуемые показатели надежности, экономичности, безопасности.

**Примерное практическое задания для экзамена:**

Для шарнирно-опертой балки, изображенной на рис., построить эпюры поперечной силы и изгибающего момента.

$l_1/$ $l$	$l_2/$ $l$	$F/q$ $l$	$M/ql$ $^2$	$q_1/$ $q$
2	1	1	2,0	1



*б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:*

Промежуточная аттестация по дисциплине «Сопротивление материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета в 3 семестре и экзамена в 4 семестре.

#### **Показатели и критерии оценивания зачета:**

Для получения зачёта по дисциплине обучающийся должен изучить необходимые разделы в конспектах, учебных пособиях и методических указаниях; работать со справочной литературой, исправлять ошибки, замечания по оформлению расчётно-графических работ (РГР).

Промежуточная аттестация по дисциплине «Сопротивление материалов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачёта и экзамена.

Критерии оценки (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения).

- на оценку **«зачтено»** обучающийся должен показать знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и на интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам.

- на оценку **«не зачтено»** обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

#### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

