

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.О.13.02	Механика. Техническая механика

Код направления подготовки / специальности	13.03.01
Направление подготовки / специальность	Теплоэнергетика и теплотехника
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции
Год начала реализации ОПОП	2020
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2019

Разработчики:

должность	ученая степень, учёное звание	ФИО
доцент	к.т.н., доцент	М.К. Агаханов
доцент	к.т.н., доцент	А.Г. Паушкин

Рабочая программа разработана и одобрена кафедрой (структурным подразделением) «Соппротивление материалов»

Заведующий кафедрой  
(руководитель структурного подразделения)

  
/В.И. Андреев/  
Подпись, ФИО

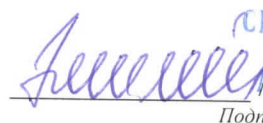
Рабочая программа утверждена методической комиссией по УГСН, протокол № 1 от 10.09.2019 г.

Председатель МК / ответственный за ОПОП

  
/ Н.Ю. Плющенко /  
Подпись, ФИО

Согласовано:

ЦОСП

  
СПЕЦИАЛИСТ ПО УМР I КАТ.  
АЛАБЕРГЕНОВА Э./М.  
Подпись, ФИО

## 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Механика. Техническая механика» является формирование компетенций обучающегося в области технической механики, получение знаний и навыков, позволяющих грамотно решать простейшие задачи сопротивления материалов и строительной механики стержневых систем, освоение студентами методов расчета элементов конструкций в соответствии с нормативными документами.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы «Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции». Дисциплина является обязательной для изучения.

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

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-4 Способен учитывать свойства конструкционных материалов в теплотехнических расчетах с учетом динамических и тепловых нагрузок	ОПК-4.1. Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности
	ОПК-4.2. Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов
	ОПК-4.3. Выполняет эскизы, чертежи и схемы в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования
	ОПК-4.4. Демонстрирует знание основных законов механики конструкционных материалов, используемых в теплоэнергетике и теплотехнике
	ОПК-4.5. Выполняет расчеты на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-4.1 Демонстрирует знание областей применения, свойств, характеристик и методов исследования конструкционных материалов, выбирает конструкционные материалы в соответствии с требуемыми характеристиками для использования в области профессиональной деятельности	<p><b>Знает</b> физические константы материалов (модуль упругости, коэффициент Пуассона, модуль сдвига), механические характеристики пластичных и хрупких материалов</p> <p><b>Знает</b> основные положения, гипотезы сопротивления материалов, (однородность, сплошность, упругость и изотропность)</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> экспериментального определения физических и механических характеристик материалов</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> составления перечня задач, необходимых для обоснования проектного решения строительной конструкции</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> выбора конструкционных материалов с требуемыми характеристиками используя методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость</p>

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ОПК-4.2. Демонстрирует знание основных правил построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов	<p><b>Знает</b> основные величины, описывающие задачу расчета строительной конструкции и связи между ними</p> <p><b>Знает</b> категории элементов конструкций по геометрическим параметрам (стержень, пластина, оболочка и массивное тело)</p> <p><b>Знает</b> методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость стержней с использованием нормативных документов в строительстве</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> технического анализа задачи о расчете элемента конструкций на различные виды нагрузок, выявления содержания и этапов решаемой задачи, составления схем, используя принципы работы элементов конструкций</p> <p><b>Имеет навыки (основного уровня)</b> построения эпюр внутренних усилий, напряжений, перемещений в статически определимых и неопределимых стержнях и стержневых системах на действие нагрузки</p>
ОПК-4.3. Выполняет эскизы, чертежи и схемы в соответствии с требованиями стандартов с использованием средств автоматизации проектирования	<p><b>Знает</b> правила построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов</p> <p><b>Знает</b> средства автоматизированного проектирования для выполнения эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> экспериментального определения физических и механических характеристик материалов</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения центров тяжести, статических моментов, моментов инерции, моментов сопротивления составных сечений</p>
ОПК-4.4. Демонстрирует знание основных законов механики конструкционных материалов, используемых в теплоэнергетике и теплотехнике	<p><b>Знает</b> методы определения усилий, напряжений и деформаций при прямом поперечном изгибе, центральном растяжении-сжатии, продольном изгибе и кручении в прямых стержнях</p> <p><b>Знает</b> виды напряжённо-деформированного состояния в точке тела: одноосное, двухосное, трёхосное</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> постановки граничных условий при расчёте статически определимых и статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и продольном изгибе</p>
ОПК-4.5. Выполняет расчеты на прочность элементов теплотехнических установок и систем с учетом условий их работы	<p><b>Знает</b> методы и практические приемы расчета элементов конструкции при различных видах нагрузок</p> <p><b>Знает</b> три группы предельных состояний строительных конструкций в соответствии со строительными нормами</p> <p><b>Знает</b> основные методы расчета элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость</p> <p><b>Знает</b> формулы для определения нормальных и касательных напряжений, условия прочности</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения линейных и угловых перемещений в балках и плоских рамах на действие статических нагрузок, проверки условий жёсткости</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения размеров поперечного сечения с использованием условий прочности</p> <p><b>Имеет навыки (основного уровня)</b> построения эпюр внутренних усилий в статически неопределимых плоских рамах при расчете методом сил на статическую нагрузку</p> <p><b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения критических сил в зависимости от гибкости и материала стержня при продольном изгибе</p>

Информация о формировании и контроле результатов обучения представлена в Фонде оценочных средств (Приложение 1).

### 3. Трудоемкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетные единицы (216 академических часа).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине могут являться

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Л	Лекции
ЛР	Лабораторные работы
ПЗ	Практические занятия
КоП	Компьютерный практикум
КРП	Групповые и индивидуальные консультации по курсовым работам (курсовым проектам)
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
К	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

#### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных и работы обучающегося						СР	К	Форма промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости	
			Л	ЛР	ПЗ	КоП	КРП	К				
1	Основные понятия, положения, гипотезы технической механики	4	2									
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	4	4	2	4							Домашнее задание №1 (р.2, 3)
3	Геометрические характеристики сечений	4	2		4							Домашнее задание №2 (р. 5)
4	Напряженное состояние в точке твердого тела	4	2		2							Домашнее задание №3 (р. 7, 8, 9, 10)
5	Плоский поперечный изгиб стержня	4	6		6							Домашнее задание №4 (р. 11)
6	Сдвиг. Кручение прямого стержня	4	2		2							Защита отчета по ЛР (р. 2)
7	Кинематический анализ сооружений (стержневых систем)	4	2									Контрольная работа (р. 5)
8	Статически определимые стержневые системы	4	2		6				116	36		Экзамен
9	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	4	2		2							
10	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	4	4		2							
11	Устойчивость центрально сжатого стержня	4	2		2							
12	Динамические нагрузки	4	2									
	Итого:	4	32	2	30				116	36		

#### 4. Содержание дисциплины, структурированное видам учебных занятий и разделам

При проведении аудиторных учебных занятий предусмотрено проведение текущего контроля успеваемости:

- в рамках практических занятий предусмотрено выполнение обучающимися контрольной работы;
- в рамках лабораторных работ предусмотрено защита отчета по лабораторным работам.

##### 4.1 Лекции

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание лекций
1	Основные понятия, положения, гипотезы технической механики	Основные понятия сопротивления материалов. Расчетная схема. Форма и размеры стержня. Виды и способы приложения нагрузок. Способы закрепления стержней. Основные принципы и предположения технической механики. Гипотеза плоских сечений. Принцип суперпозиции. Принцип Сен-Венана. Гипотеза о малых перемещениях. Гипотезы о свойствах материала (сплошность, однородность, изотропия, упругость, пластичность).
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	Основные понятия. Метод сечений. Продольная сила и способы ее определения. Дифференциальная зависимость между продольной силой и нагрузкой и следствия из нее. Эпюра продольных сил. Учет собственного веса. Напряжения в поперечных сечениях и их размерность. Деформации (абсолютные и относительные) и перемещения. Закон Гука. Модуль упругости и коэффициент Пуассона. Механические характеристики пластичного материала. Типовая диаграмма напряжений при растяжении образца из малоуглеродистой стали. Предел пропорциональности, предел упругости, предел текучести, предел прочности (временное сопротивление), напряжение при разрыве (истинное и условное), упругие, пластические и остаточные деформации, истинное и условное напряжение при разрыве. Диаграмма напряжений при сжатии образца из малоуглеродистой стали. Опасное напряжение. Диаграммы напряжений и особенности работы под нагрузкой при растяжении и сжатии стержней из хрупких материалов. Понятие об опасном напряжении. Расчеты на прочность по строительным нормам при растяжении и сжатии.
3	Геометрические характеристики сечений	Статические моменты и моменты инерции. Порядок определения центра тяжести составного сечения. Моменты инерции простых сечений (прямоугольник, круг, треугольники, полукруг). Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей. Определение моментов инерции относительно центральных осей для составного сечения. Изменение моментов инерции при повороте осей. Понятие о главных моментах инерции и главных центральных осях инерции.
4	Напряженное состояние в точке твердого тела	Общий случай напряженного состояния в точке. Полное напряжение. Нормальное и касательное напряжение. Обозначение и правило знаков нормальных и касательных напряжений, действующих на гранях элементарного параллелепипеда в точке твердого тела. Закон парности касательных напряжений. Понятие о главных напряжениях и главных площадках. Понятие о

		<p>наибольших касательных напряжениях. Двухосное напряженное состояние. Главные площадки, главные напряжения и наибольшие касательные напряжения.</p>
5	Плоский поперечный изгиб стержня	<p>Внутренние усилия: поперечная сила и изгибающий момент. Дифференциальные зависимости между поперечной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом и следствия из них. Эпюры внутренних усилий и их практическое назначение. Особенности и способы визуальной проверки эпюр внутренних усилий. Гипотезы при изгибе. Чистый и поперечный изгиб. Нормальные напряжения и их эпюры в поперечном сечении с одной и двумя осями симметрии. Моменты сопротивления сечения. Расчеты на прочность по строительным нормам. Подбор сечения. Касательные напряжения и характерные особенности их эпюр для различных поперечных сечений. Проверка на прочность по касательным напряжениям.</p>
6	Сдвиг. Кручение прямого стержня	<p>Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Кручение прямого стержня. Скручивающие моменты. Крутящие моменты и их эпюры. Гипотезы при кручении. Касательные напряжения в поперечных сечениях стержня круглого и кольцевого сечений. Деформации сдвига и углы закручивания стержня круглого и кольцевого сечений. Расчеты на прочность и жесткость стержня круглого и кольцевого поперечных сечений.</p>
7	Кинематический анализ сооружений (стержневых систем)	<p>Геометрически изменяемые, неизменяемые и мгновенно-изменяемые системы. Степень свободы. Степень статической неопределимости. Принципы формирования геометрически неизменяемых систем.</p>
8	Статически определимые стержневые системы	<p>Классификация плоских стержневых систем. Рамы и фермы, узловая и внеузловая нагрузка. Распорные системы (рамы и трехшарнирные арки без затяжки и с затяжкой). Принципы расчета многопролетных балок и рам с использованием поэтажной схемы.</p>
9	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	<p>Формула Мора для определения перемещений в плоских стержневых системах от нагрузки. Особенности ее применения для рам и ферм. Правило Верещагина А.К. «перемножения» эпюр. Техника вычисления перемещений. Формула «перемножения» трапеций, формула Симпсона.</p>
10	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	<p>Степень статической неопределимости. Основная система метода сил. Канонические уравнения метода сил. Статическая и кинематическая проверка результатов.</p>
11	Устойчивость центрально сжатого стержня	<p>Устойчивость формы стержней при сжатии. Продольный изгиб. Критическая сила. Критическое напряжение. Гибкость. Влияние способов закрепления. Формула Эйлера и пределы ее применимости для стальных и деревянных стержней. Другие формулы для определения критической силы. Условие устойчивости. Практический метод расчета на устойчивость по строительным нормам. Коэффициент продольного изгиба.</p>
12	Динамические нагрузки	<p>Статические и динамические нагрузки. Динамический коэффициент. Подъем груза с ускорением. Удар. Прочность при циклических напряжениях. Кривая Вёлера. Предел выносливости.</p>

4.2 *Лабораторные работы*

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание лабораторной работы
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	Лабораторная работа №1. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона. При испытании стального стержня на действие растягивающей нагрузки определяются модуль упругости и коэффициент Пуассона малоуглеродистой стали. Лабораторная работа №2. Испытание на разрыв образца из малоуглеродистой стали. При растяжении цилиндрического образца определяются механические характеристики малоуглеродистой стали.

4.3 *Практические занятия*

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Тема и содержание занятия
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	Эпюры продольных сил и нормальных напряжений, удлинения и перемещения в стержне ступенчато-постоянного сечения. Подбор сечения стержня из двух равнополочных уголков в статически определимой системе.
3	Геометрические характеристики сечений	Определение геометрических характеристик сечения, имеющего одну ось симметрии. Понятие об определении геометрических характеристик несимметричного сечения, состоящего из стандартных профилей (сортамент).
4	Напряженное состояние в точке твердого тела	Двухосное напряженное состояние. Определение главных напряжений и наибольших касательных напряжений. Понятие о круге Мора (двухосное напряженное состояние).
5	Плоский поперечный изгиб стержня	Построение эпюр внутренних усилий в балках на двух опорах и в консольных балках с жесткой заделкой. Построение эпюр нормальных и касательных напряжений в балках прямоугольного, круглого и двутаврового сечений. Подбор сечения изгибаемой балки по строительным нормам (прямоугольное, круглое и двутавровое сечение).
6	Сдвиг. Кручение прямого стержня	Подбор круглого и кольцевого сечения бруса, работающего на кручение из условий прочности и жесткости.
8	Статически определимые стержневые системы	Построение эпюр продольных сил, поперечных сил и изгибающих моментов в П-образной и Г-образной рамах. Понятие о расчете распорных систем. Особенности расчета трехшарнирных рам и арок. Кривая давления.
9	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	Определение перемещений в балке и раме от нагрузки по формуле Мора. Применение правила Верещагина А.К.
10	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	Расчет статически неопределимой рамы методом сил на действие статической нагрузки.
11	Устойчивость центрально сжатого стержня	Расчет стержня составного сечения с двумя осями симметрии с разными закреплениями в разных плоскостях на устойчивость.

4.4 *Компьютерные практикумы*  
Не предусмотрено учебным планом.

4.5 *Групповые и индивидуальные консультации по курсовым работам (курсовым проектам)*  
Не предусмотрено учебным планом.

4.6 *Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения*  
Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения включает в себя:

- самостоятельную подготовку к учебным занятиям, включая подготовку к аудиторным формам текущего контроля успеваемости;
- выполнение домашнего задания;
- самостоятельную подготовку к промежуточной аттестации.

В таблице указаны темы для самостоятельного изучения обучающимся:

Форма обучения – очная

№	Наименование раздела дисциплины	Темы для самостоятельного изучения
1	Основные понятия, положения, гипотезы технической механики	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
3	Геометрические характеристики сечений	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
4	Напряженное состояние в точке твердого тела	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
5	Плоский поперечный изгиб стержня	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
6	Сдвиг. Кручение прямого стержня	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
7	Кинематический анализ сооружений (стержневых систем)	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
8	Статически определимые стержневые системы	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
9	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
10	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
11	Устойчивость центрально сжатого стержня	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.
12	Динамические нагрузки	Темы для самостоятельного изучения соответствуют темам аудиторных учебных занятий.

4.7 *Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации*

Работа обучающегося в период промежуточной аттестации включает в себя подготовку к формам промежуточной аттестации (к экзамену), а также саму промежуточную аттестацию.



## 5. Оценочные материалы по дисциплине

Фонд оценочных средств по дисциплине приведён в Приложении 1 к рабочей программе дисциплины.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации, а также текущего контроля по дисциплине хранятся на кафедре (структурном подразделении), ответственной за преподавание данной дисциплины.

## 6. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины

Основные принципы осуществления учебной работы обучающихся изложены в локальных нормативных актах, определяющих порядок организации контактной работы и порядок самостоятельной работы обучающихся. Организация учебной работы обучающихся на аудиторных учебных занятиях осуществляется в соответствии с п. 3.

### *6.1 Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов для освоения дисциплины*

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать учебные издания и учебно-методические материалы, имеющиеся в научно-технической библиотеке НИУ МГСУ и/или размещённые в Электронных библиотечных системах.

Актуальный перечень учебных изданий и учебно-методических материалов представлен в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины.

### *6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем*

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются профессиональные базы данных и информационных справочных систем, перечень которых указан в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины.

### *6.3 Перечень материально-технического, программного обеспечения освоения дисциплины*

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в Приложении 4 к рабочей программе дисциплины.

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.О.13.02	Механика. Техническая механика
Код направления подготовки / специальности	13.03.01
Направление подготовки / специальность	Теплоэнергетика и теплотехника
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции
Год начала реализации ОПОП	2020
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2019

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оценивание формирования компетенций производится на основе показателей оценивания, указанных в п.2. рабочей программы и в п.1.1 ФОС.

Связь компетенций, индикаторов достижения компетенций и показателей оценивания приведена в п.2 рабочей программы.

##### 1.1. Описание формирования и контроля показателей оценивания

Оценивание уровня освоения обучающимся компетенций осуществляется с помощью форм промежуточной аттестации и текущего контроля. Формы промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости по дисциплине, с помощью которых производится оценивание, указаны в учебном плане и в п.3 рабочей программы.

В таблице приведена информация о формировании результатов обучения по дисциплине разделами дисциплины, а также о контроле показателей оценивания компетенций формами оценивания.

Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)	Номера разделов дисциплины	Формы оценивания (формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости)
<b>Знает</b> физические константы материалов (модуль упругости, коэффициент Пуассона, модуль сдвига), механические характеристики пластичных и хрупких материалов	1, 2	Защита отчета по лабораторным работам, Экзамен
<b>Знает</b> основные положения, гипотезы сопротивления материалов, (однородность, сплошность, упругость и изотропность)	1	Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> экспериментального определения физических и механических характеристик материалов	2	Защита отчета по лабораторным работам, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> составления перечня задач, необходимых для обоснования проектного решения строительной конструкции	1	Экзамен

<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> выбора конструкционных материалов с требуемыми характеристиками используя методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость	2, 5, 11	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> основные величины, описывающие задачу расчета строительной конструкции и связи между ними	2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11	Домашние задания №1-4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> категории элементов конструкций по геометрическим параметрам (стержень, пластина, оболочка и массивное тело)	1	Экзамен
<b>Знает</b> методы расчета на прочность, жесткость и устойчивость стержней с использованием нормативных документов в строительстве	2, 5, 11	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> технического анализа задачи о расчете элемента конструкций на различные виды нагрузок, выявления содержания и этапов решаемой задачи, составления схем, используя принципы работы элементов конструкций	1, 2, 5, 6, 11, 12	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Имеет навыки (основного уровня)</b> построения эпюр внутренних усилий, напряжений, перемещений в статически определимых и неопределимых стержнях и стержневых системах на действие нагрузки	2, 5, 8, 9, 10	Домашние задания №1, 2, 3, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> правила построения и оформления эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов	1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11, 12	Домашнее задание №1-4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> средства автоматизированного проектирования для выполнения эскизов, чертежей и схем в соответствии с требованиями стандартов	1, 2, 3, 5, 8, 9, 10, 11	Домашние задания №1-4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> экспериментального определения физических и механических характеристик материалов	2	Защита отчета по лабораторным работам, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения центров тяжести, статических моментов, моментов инерции, моментов сопротивления составных сечений	3	Домашнее задание №1, Экзамен
<b>Знает</b> методы определения усилий, напряжений и деформаций при прямом поперечном изгибе, центральном растяжении-сжатии, продольном изгибе и кручении в прямых стержнях	2, 5, 6, 11	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> виды напряжённо-деформированного состояния в точке тела: одноосное, двухосное, трёхосное	4	экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> постановки граничных условий при расчёте статически определимых и статически неопределимых стержней при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и продольном изгибе	2, 5, 6, 11	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> методы и практические приемы расчета элементов конструкции при различных видах нагрузок	2, 5, 6, 8, 9, 10, 11	Домашние задания №1-4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> три группы предельных состояний строительных конструкций в соответствии со строительными нормами	2, 5, 11	Домашние задания №1, 2, 4, Контрольная работа, Экзамен

<b>Знает</b> основные методы расчета элементов конструкций на прочность, жёсткость и устойчивость	2, 5, 8, 11	Домашние задания №1-4, Контрольная работа, Экзамен
<b>Знает</b> формулы для определения нормальных и касательных напряжений, условия прочности	2, 4, 5, 6	Домашние задания №1, 2, Контрольная работа, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения линейных и угловых перемещений в балках и плоских рамах на действие статических нагрузок, проверки условий жёсткости	5, 9, 10	Домашние задания №2, 3, Экзамен
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения размеров поперечного сечения с использованием условий прочности	2, 5, 6	Домашние задания №1, 2, Экзамен
<b>Имеет навыки (основного уровня)</b> построения эпюр внутренних усилий в статически неопределимых плоских рамах при расчете методом сил на статическую нагрузку	10	Домашнее задание №3
<b>Имеет навыки (начального уровня)</b> определения критических сил в зависимости от гибкости и материала стержня при продольном изгибе	11	Домашнее задание №4, Экзамен

### 1.2 Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При проведении промежуточной аттестации в форме экзамена используется шкала оценивания: «2» (неудовлетворительно), «3» (удовлетворительно), «4» (хорошо), «5» (отлично).

Показателями оценивания являются знания, навыки начального уровня и навыки основного уровня обучающегося, полученные при изучении дисциплины.

Критериями оценивания достижения показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов и определений, понятий
	Знание основных закономерностей и соотношений, принципов
	Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)
	Полнота ответов на проверочные вопросы
	Правильность ответов на вопросы
Навыки начального уровня	Чёткость изложения и интерпретации знаний
	Навыки выбора методик выполнения заданий
	Навыки выполнения заданий различной сложности
	Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков
	Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач
Навыки основного уровня	Навыки представления результатов решения задач
	Навыки выбора методик выполнения заданий
	Навыки выполнения заданий различной сложности
	Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков
	Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач
	Навыки представления результатов решения задач
	Навыки обоснования выполнения заданий
	Быстрота выполнения заданий
Самостоятельность в выполнении заданий	
Результативность (качество) выполнения заданий	

## 2. Типовые контрольные задания для оценивания формирования компетенций

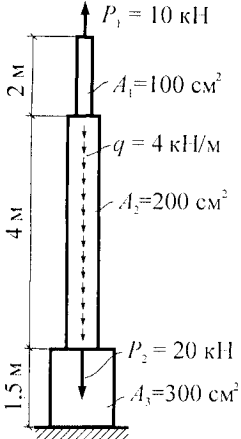
### 2.1. Промежуточная аттестация

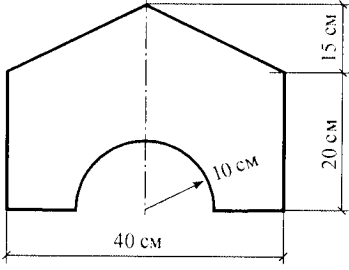
2.1.1. Промежуточная аттестация в форме экзамена, дифференцированного зачета (зачета с оценкой), зачета.

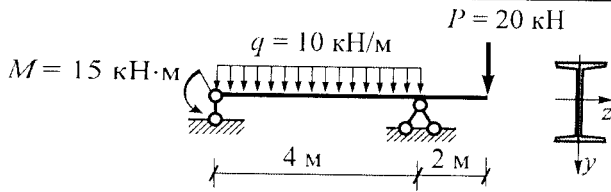
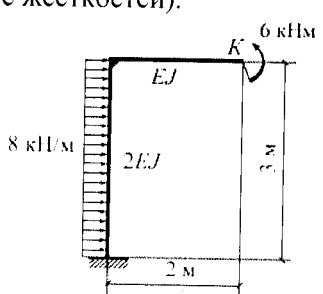
Форма (ы) промежуточной аттестации:

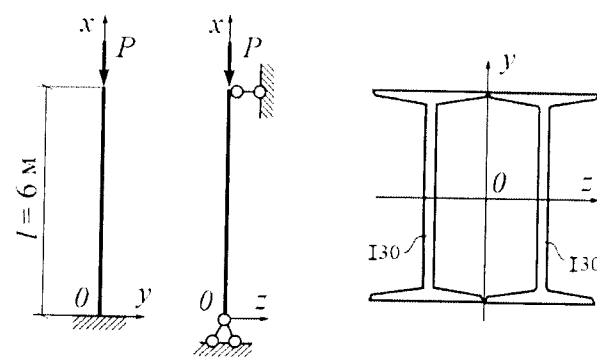
- экзамен в 4 семестре (очная форма обучения)

Перечень типовых примерных вопросов/заданий для проведения экзамена в 4 семестре:

№	Наименование раздела дисциплины	Типовые вопросы/задания
1	Основные понятия, положения, гипотезы технической механики	1. Понятие о расчетной схеме. 2. Основные принципы и предположения технической механики: -гипотеза плоских сечений; -принцип суперпозиции; -принцип Сен-Венана; -гипотеза о малых перемещениях; -гипотезы о свойствах материала (упругость, сплошность, однородность, изотропия, пластичность).
2	Центральное растяжение и сжатие прямого стержня	1. Основные понятия. Метод сечений. 2. Продольная сила и способы ее определения. Дифференциальная зависимость между продольной силой и нагрузкой и следствия из нее. Эпюра продольных сил. Учет собственного веса. 3. Напряжения в поперечных сечениях и их размерность. 4. Деформации (абсолютные и относительные) и перемещения. 5. Закон Гука. Модуль упругости и коэффициент Пуассона. 6. Механические характеристики пластичного материала. Типовая диаграмма напряжений при растяжении образца из малоуглеродистой стали. Опасное напряжение. 7. Диаграмма напряжений при сжатии образца из малоуглеродистой стали. Опасное напряжение. 8. Диаграммы напряжений и особенности работы под нагрузкой при растяжении и сжатии стержней из хрупких материалов. Опасное напряжение. 9. Расчеты на прочность по строительным нормам при растяжении и сжатии.  <p style="text-align: center;"><i>Типовая задача</i></p> Подстроить эпюры продольных сил и нормальных напряжений, определить удлинение стержня (принять модуль упругости $E = 1 \cdot 10^5$ МПа). <div style="text-align: center;">  </div>

3	Геометрические характеристики сечений	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статические моменты и моменты инерции.</li> <li>2. Порядок определение центра тяжести составного сечения.</li> <li>3. Моменты инерции простых сечений (прямоугольник, круг, треугольники, полукруг).</li> <li>4. Изменение моментов инерции при параллельном переносе осей.</li> <li>5. Определение моментов инерции относительно центральных осей для составного сечения.</li> <li>6. Изменение моментов инерции при повороте осей. Понятие о главных моментах инерции и главных центральных осях инерции.</li> </ol> <p><i>Типовая задача</i></p> <p>Определить координаты центра тяжести сечения, положение главных центральных осей и главные моменты инерции.</p> 
4	Напряженное состояние в точке твердого тела	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Общий случай напряженного состояния в точке. Полное напряжение. Нормальное и касательное напряжение.</li> <li>2. Обозначение и правило знаков нормальных и касательных напряжений, действующих на гранях элементарного параллелепипеда в точке твердого тела.</li> <li>3. Закон парности касательных напряжений.</li> <li>4. Понятие о главных напряжениях и главных площадках.</li> <li>5. Понятие о наибольших касательных напряжениях.</li> <li>6. Двухосное напряженное состояние. Главные площадки, главные напряжения и наибольшие касательные напряжения.</li> </ol>
5	Плоский поперечный изгиб стержня	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Внутренние усилия: поперечная сила и изгибающий момент.</li> <li>2. Дифференциальные зависимости между поперечной нагрузкой, поперечной силой и изгибающим моментом и следствия из них.</li> <li>3. Эпюры внутренних усилий и их практическое назначение. Особенности и способы визуальной проверки эпюр внутренних усилий.</li> <li>4. Гипотезы при изгибе. Чистый и поперечный изгиб.</li> <li>5. Нормальные напряжения и их эпюры в поперечном сечении с одной и двумя осями симметрии.</li> <li>6. Моменты сопротивления сечения. Расчеты на прочность по строительным нормам. Подбор сечения.</li> <li>7. Касательные напряжения и характерные особенности их эпюр для различных поперечных сечений. Проверка на прочность по касательным напряжениям.</li> <li>8. Понятие о главных напряжениях при изгибе.</li> </ol> <p><i>Типовая задача</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Построить эпюры расчетных усилий <math>M</math> и <math>Q</math> (принять коэффициенты надежности для всех нагрузок <math>\gamma_f = 1,2</math>, коэффициент надежности по ответственности <math>\gamma_n = 1</math>).</li> <li>2. Подобрать сечение балки в виде стального прокатного двутавра (принять коэффициент условий работы <math>\gamma_c = 0,9</math>), материал – сталь с расчетным сопротивлением <math>R = 240</math> МПа.</li> <li>3. Построить эпюры наибольших нормальных и касательных напряжений.</li> <li>4. Проверить условия прочности по нормальным и касательным напряжениям, приняв расчетное сопротивление на срез <math>R_s = 140</math> МПа.</li> </ol>

		
6	Сдвиг. Кручение прямого стержня	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига.</li> <li>2. Кручение прямого стержня. Скручивающие моменты. Крутящие моменты и их эпюры. Гипотезы при кручении.</li> <li>3. Касательные напряжения в поперечных сечениях стержня круглого и кольцевого сечений.</li> <li>4. Деформации сдвига и углы закручивания стержня круглого и кольцевого сечений.</li> <li>5. Расчеты на прочность и жесткость стержня круглого и кольцевого поперечных сечений.</li> </ol>
7	Кинематический анализ сооружений (стержневых систем)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Геометрически изменяемые, неизменяемые и мгновенно-изменяемые системы.</li> <li>2. Степень свободы. Степень статической неопределимости.</li> <li>3. Принципы формирования геометрически неизменяемых систем.</li> </ol>
8	Статически определимые стержневые системы	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Принципы конструирования и расчета многопролетных балок и рам. Позатаяжная схема.</li> <li>2. Распорные системы. Трехшарнирные рамы. Принципы расчета.</li> <li>3. Трехшарнирные арки – принципы расчета. Рациональное очертание оси арки.</li> </ol>
9	Определение перемещений в статически определимых стержневых системах методом Мора	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Формула Мора для определения перемещений в плоских стержневых системах от нагрузки</li> <li>2. Правило Верещагина А.К. «перемножения» эпюр.</li> <li>3. Формула «перемножения» трапеций, формула Симпсона.</li> </ol> <p><i>Типовая задача</i></p> <p>Определить с помощью метода Мора горизонтальное и вертикальное перемещения, а также угол поворота в точке <math>K</math> (расчеты представить, не раскрывая значение жесткостей).</p> 
10	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Степень статической неопределимости.</li> <li>2. Основная система метода сил.</li> <li>3. Канонические уравнения метода сил.</li> <li>4. Порядок расчета статически неопределимой плоской рамы на действие нагрузки.</li> <li>5. Статическая и кинематическая проверка результатов.</li> </ol>
11	Устойчивость центрально сжатого стержня	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Устойчивость формы стержней при сжатии. Продольный изгиб.</li> <li>2. Критическая сила. Критическое напряжение. Гибкость. Влияние способов закрепления стержня.</li> <li>3. Формула Эйлера и пределы ее применимости для стальных и деревянных стержней.</li> <li>4. Другие формулы для определения критической силы.</li> <li>5. Условие устойчивости.</li> <li>6. Практический метод расчета на устойчивость по строительным нормам. Коэффициент продольного изгиба.</li> </ol>

		<p style="text-align: center;"><i>Типовая задача</i></p> <p>Для центрально сжатого стального стержня, имеющего различные опорные закрепления в двух главных плоскостях <math>Oxy</math> и <math>Oxz</math> требуется:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определить критическую силу <math>P_{кр}</math>, приняв модуль упругости <math>E = 2,1 \cdot 10^5</math> МПа, предел текучести <math>\sigma_T = 245</math> МПа.</li> <li>2. Найти допускаемую силу <math>P_{доп}</math>, приняв коэффициенты надежности <math>\gamma_f = \gamma_n = 1</math>, коэффициент условий работы <math>\gamma_c = 1</math>.</li> </ol> <div style="text-align: center;">  </div>
12	Динамические нагрузки	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Статические и динамические нагрузки. Динамический коэффициент.</li> <li>2. Подъем груза с ускорением. Удар.</li> <li>3. Прочность при циклических напряжениях. Кривая Вёлера. Предел выносливости.</li> </ol>

### 2.1.2 Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы (курсового проекта)

Промежуточная аттестация в форме защиты курсовой работы/курсового проекта не проводится.

## 2.2 Текущий контроль

### 2.2.1 Перечень форм текущего контроля:

- контрольная работа в 4 семестре (очная форма обучения);
- домашнее задание №1 в 4 семестре (очная форма обучения);
- домашнее задание №2 в 4 семестре (очная форма обучения);
- домашнее задание №3 в 4 семестре (очная форма обучения);
- домашнее задание №4 в 4 семестре (очная форма обучения);
- защита отчёта по ЛР в 4 семестре (очная форма обучения).

### 2.2.2 Типовые контрольные задания форм текущего контроля

*Тема контрольной работы: «Плоский поперечный изгиб стержня»*

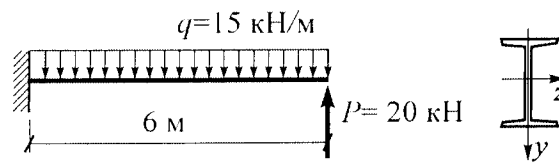
*Пример и состав вариантов заданий к контрольной работе:*

Вариант 1.

1. Построить эпюры расчетных усилий  $Q$  и  $M$ .
2. Подобрать стальной двутавр.
3. Построить эпюру  $\sigma$  в опасном сечении

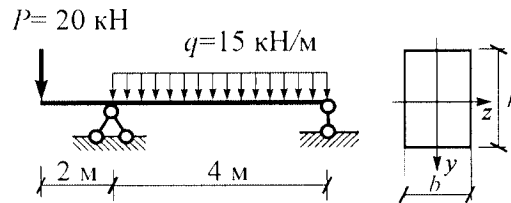
При расчете принять:  $R = 240$  МПа;  $\gamma_f = 1,2$ ;  $\gamma_n = 1$ ;  $\gamma_c = 0,9$ .





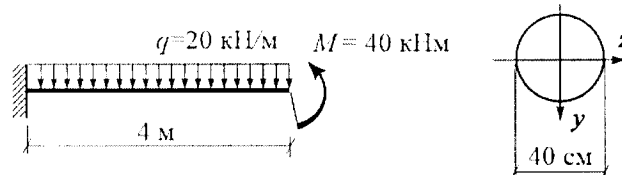
Вариант 2.

1. Построить эпюры расчетных усилий  $Q$  и  $M$ .
  2. Подобрать прямоугольное сечение с соотношением сторон  $h/b = 2$ .
  3. Построить эпюру  $\sigma$  в опасном сечении
- При расчете принять:  $R = 240$  МПа;  $\gamma_f = 1$ ;  $\gamma_n = 1$ ;  $\gamma_c = 0,9$ .



Вариант 3.

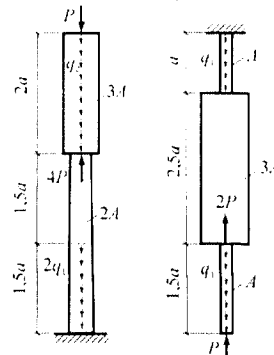
1. Построить эпюры расчетных усилий  $Q$  и  $M$ .
  2. Проверить прочность круглого сечения по нормальным напряжениям.
  3. Построить эпюру  $\sigma$  в опасном сечении
- При расчете принять:  $R = 240$  МПа;  $\gamma_f = 1,1$ ;  $\gamma_n = 1$ ;  $\gamma_c = 0,9$ .



Тема домашнего задания №1: «Центральное растяжение и сжатие прямого стержня. Геометрические характеристики сечений»

Типовое домашнее задание:

Задача 1. Расчет статически определимого стержня ступенчато-постоянного сечения.

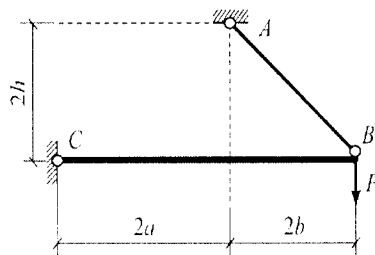


Необходимо:

1. Определить опорную реакцию.
2. Построить эпюру продольных сил  $N$ .

3. Построить эпору нормальных напряжений  $\sigma$ .
4. Найти величины удлинений участков стержня  $\Delta l_i$  и удлинение всего стержня  $\Delta l$ .
5. Определить значения осевых перемещений  $u$  характерных сечений стержня.

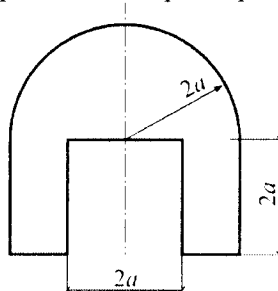
Задача 2. Подбор сечения растянутого стержня статически определимой системы.



Расчетная схема строительной конструкции представляет собой статически определимую систему, состоящую из шарнирно закрепленного в т.  $C$  абсолютно жесткого стержня, который поддерживается невесомым ненагруженным стержнем  $AB$  с шарнирно закрепленными концами. Система нагружена силой  $P$  и собственным весом  $G$  жесткого стержня. Геометрические размеры и нормативные нагрузки задаются преподавателем. Требуется произвести расчет по первой группе предельных состояний, полагая класс сооружения по ответственности КС-3 (коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1,1$ ):

1. Определить расчетное значение силы  $P_p$ , приняв коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,2$ .
2. Определить расчетное значение собственного веса жесткого стержня  $G_p$ , приняв нормативную нагрузку  $q$  (вес 1 п. м) в соответствии с таблицей и коэффициент надежности по нагрузке  $\gamma_f = 1,1$ .
3. Определить значение расчетной продольной силы  $N$  в стержне  $AB$ .
4. Подобрать сечение стержня  $AB$  из двух стальных прокатных равнополочных уголков из стали марки С245, приняв коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,9$ , коэффициент надежности по материалу  $\gamma_m = 1,025$ .
5. Проверить прочность найденного сечения.
6. Определить удлинение  $\Delta l$  стержня  $AB$ , приняв модуль упругости стали  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа.

Задача 3. Определение геометрических характеристик сечения.



Для сечений, имеющих одну ось симметрии при геометрическом размере  $a$ , требуется:

1. Определить положение центра тяжести сечения.
2. Вычислить моменты инерции относительно двух взаимно перпендикулярных центральных осей (одна из которых является осью симметрии).
3. Установить положение главных центральных осей инерции.
4. Вычислить главные радиусы инерции.
5. Определить моменты сопротивления сечения для нижних, верхних, правых и левых волокон.

*Перечень типовых контрольных вопросов для защиты домашнего задания №1:*

*К задачам 1 и 2*

1. При каких нагрузках прямой стержень работает на растяжение и сжатие?
2. Какие внутренние усилия возникают в поперечном сечении стержня?
3. Какова дифференциальная зависимость между продольной силой  $N$  и распределенной нагрузкой  $q$  и следствия из нее?
4. Как определяется продольная сила  $N$  в поперечном сечении прямого стержня?
5. Каково правило знаков продольной силы  $N$ ?
6. Какие напряжения возникают в поперечном сечении стержня и как их определить?
7. Какие напряжения возникают в наклонном сечении прямого стержня и как их определить?
8. Какова размерность напряжения?
9. Что такое абсолютная и относительная продольные деформации?
10. Что такое коэффициент Пуассона?
11. Какова зависимость между нормальными напряжениями и относительной продольной деформацией (закон Гука)?
12. Что такое модуль упругости  $E$ , какова его размерность?
13. Как определить абсолютную продольную деформацию  $\Delta l$ ?
14. Что такое жесткость при растяжении и сжатии и какова ее размерность?
15. Каковы особенности работы пластичного материала при растяжении (на примере диаграммы напряжений при испытании образца из малоуглеродистой стали)?
16. Каковы особенности работы хрупких материалов при растяжении и сжатии?
17. В чем состоят отличия работы пластичных и хрупких материалов при растяжении и сжатии?
18. Какова сущность метода предельных состояний в строительных нормах? Сколько и какие предельные состояния рассматриваются?
19. Каково условие прочности по строительным нормам для стальных стержней (метод расчета по предельным состояниям)?
20. Каково условие прочности в методе расчета по допускаемым напряжениям?

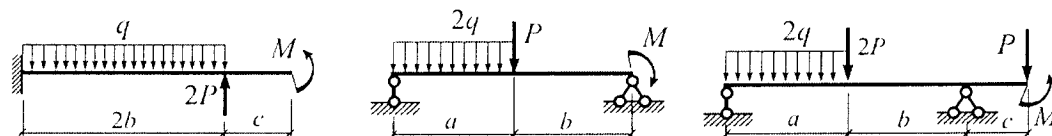
*К задаче 3*

1. Что такое геометрические характеристики сечений?
2. Какие геометрические характеристики сечений необходимы для решения задач прочности?
3. Как определить статический момент сечения?
4. Что такое центр тяжести сечения и как его найти?
5. Каковы формулы для определения моментов инерции прямоугольного, круглого и треугольного сечения относительно их центральных осей?
6. Как изменяются осевые и центробежный момент инерции при параллельном переносе осей?
7. Как изменяются осевые и центробежный момент инерции при повороте осей?
8. Что такое главные оси инерции и главные моменты инерции?
9. Каков порядок действий для определения главных центральных осей инерции?
10. Каковы формулы для определения главных моментов инерции и главных осей инерции?

*Тема домашнего задания №2: «Плоский поперечный изгиб стержня»*

*Типовое домашнее задание:*

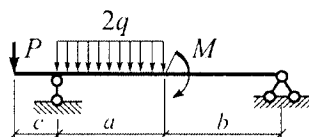
Задача 1. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов в балках.



Для балок требуется:

1. Определить опорные реакции.
2. Построить эпюры внутренних усилий  $Q$  и  $M$ .

Задача 2. Напряжения при изгибе



Для балки требуется:

1. Считая представленные в таблице нагрузки нормативными, определить их расчетные значения, приняв следующие коэффициенты надежности:
  - для сосредоточенной силы и момента –  $\gamma_f = 1,1$ ;
  - для распределенной нагрузки –  $\gamma_f = 1,3$ ;
  - для класса сооружения по ответственности КС-3 принять  $\gamma_n = 1,1$ .
2. Построить эпюры  $Q$  и  $M$  от расчетных нагрузок.
3. Подобрать сечение балки из стального двутавра (марка стали С245), приняв коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,9$  и коэффициент надежности по материалу  $\gamma_m = 1,025$ .
4. Построить эпюры наибольших нормальных  $\sigma$  и касательных  $\tau$  напряжений в поперечном сечении подобранного в п. 3 двутавра и проверить условия прочности по нормальным и касательным напряжениям.
5. Подобрать сечение балки в виде прямоугольника, приняв отношение его высоты к ширине равным 2 (материал и коэффициенты принять в соответствии с п. 3).

*Перечень типовых контрольных вопросов для защиты домашнего задания №2:*

*К задачам 1 и 2.*

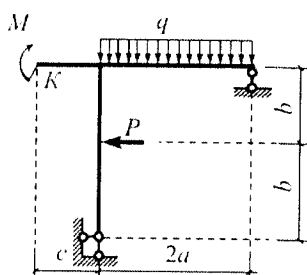
1. Какие усилия возникают в балке при плоском поперечном изгибе?
2. Какие существуют дифференциальные зависимости между поперечной силой  $Q$ , изгибающим моментом  $M$  и распределенной поперечной нагрузкой  $q$ ?
3. Каковы следствия из дифференциальных зависимостей между  $Q$ ,  $M$  и  $q$ ?
4. Как определяется поперечная сила  $Q$  в сечении балки и каково для нее правило знаков?
5. Как определяется изгибающий момент  $M$  в поперечном сечении балки и каково для него правило знаков?
6. С какой стороны строится эпюра изгибающих моментов в балке при строительном проектировании и чем это объясняется?
7. Какие существуют визуальные способы проверки правильности эпюр внутренних усилий в балках?
8. Какие напряжения возникают в поперечном сечении балки?
9. Что такое момент сопротивления сечения  $W$ ?
10. Сколько моментов сопротивления можно найти для сечений с одной и двумя осями симметрии?

11. Каковы формулы для определения моментов сопротивления прямоугольного и круглого сечения?
12. Какие формулы существуют для определения нормальных напряжений в балках?
13. Какой вид имеют эпюры нормальных напряжений в балке для сечения с одной и двумя осями симметрии?
14. Какой вид имеет формула Журавского Д.И. для определения касательных напряжений в балках?
15. Каково условие прочности для стальных балок по строительным нормам для нормальных и касательных напряжений (метод предельных состояний)?
16. Каково условие прочности по методу допускаемых напряжений для нормальных и касательных напряжений?
17. Что такое опасное сечение, по которому подбирается балка?
18. Каков порядок подбора сечений стальной балки по строительным нормам (двутавр, прямоугольник, круг).
19. Как определить главные напряжения в балках при поперечном изгибе?

Тема домашнего задания №3: «Статически определимые и статически неопределимые стержневые системы»

Типовое домашнее задание:

Задача 1. Определение усилий и перемещений в статически определяемой раме.



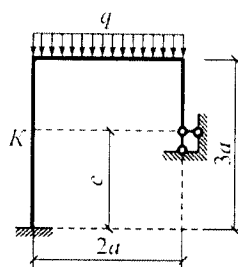
Для рамы требуется:

1. Выполнить кинематический анализ стержневой системы.
2. Определить опорные реакции.
3. Построить эпюры  $N$ ,  $Q$  и  $M$ .
4. Проверить выполнение условий равновесия для всех узлов рамы.
5. Определить методом Мора горизонтальное или вертикальное перемещение (в миллиметрах), а также угол поворота в точке  $K$  (в градусах).

Указания:

- При расчете принять жесткости  $EJ$  всех стержней одинаковыми.
- При определении перемещений принять модуль упругости стали  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа, а осевой момент инерции  $J = 20000$  см<sup>4</sup>.

Задача 2. Расчет статически неопределимой рамы методом сил.



Для статически неопределимой рамы требуется:

1. Выполнить кинематический анализ стержневой системы и определить ее степень статической неопределимости.
2. Рассчитать раму методом сил.
3. Построить окончательные эпюры  $N$ ,  $Q$  и  $M$  в статически неопределимой раме.
4. Выполнить статическую и кинематическую проверки результатов расчета.
5. Определить одно из линейных перемещений в точке  $K$  рамы (горизонтальное или вертикальное).

Указания:

- При расчете учесть соотношение жесткостей горизонтальных  $EJ_p$  (ригелей) и вертикальных  $EJ_{ст}$  (стоек) стержней, приведенное в таблице.
- Результат расчета перемещений представить, не раскрывая значения жесткостей.

*Перечень типовых контрольных вопросов для защиты домашнего задания №3:*

*К задаче 1*

1. Какие стержневые системы называют статически определимыми?
2. Как проводится кинематический анализ стержневой системы?
3. Что такое геометрически неизменяемые стержневые системы и каково их отличие от геометрически изменяемых систем?
4. Как определяется степень свободы стержневой системы?
5. Каковы принципы формирования геометрически неизменяемой стержневой системы?
6. Каковы свойства мгновенно изменяемых стержневых систем и почему их нельзя использовать в строительном проектировании?
7. Какие внутренние усилия возникают в плоской раме и каково их правило знаков?
8. Каковы способы построения эпюр внутренних усилий в рамах?
9. В чем состоит проверка равновесия узлов в рамах?
10. Какие внутренние усилия возникают в плоских фермах?
11. Что такое ферма и как она должна быть загружена, чтобы не учитывать изгибающие моменты и поперечные силы?
12. Какие способы применяют для определения продольных сил  $N$  в плоских фермах?
13. Каков порядок определения перемещений плоской стержневой системы методом Мора?
14. В каких случаях можно пренебречь членами формулы Мора, зависящими от продольной  $N$  и поперечной  $Q$  сил?
15. Какие члены формулы Мора следует учитывать при определении перемещений в фермах?
16. Как формулируется правило Верещагина А.К. «перемножения эпюр»?
17. Какой вид имеет формула «перемножения трапеций»?
18. Какой вид имеет формула Симпсона?
19. Что такое условие жесткости и к какому виду предельного состояния оно относится?
20. В строительном проектировании определение перемещений производится от воздействия нормативных или расчетных нагрузок?

*К задаче 2*

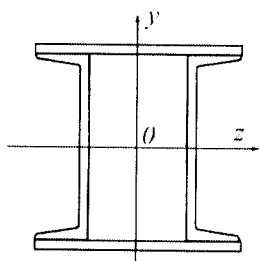
1. Что такое статически неопределимая стержневая система?
2. Чему равна степень статической неопределимости плоской стержневой системы и как она связана с ее степенью свободы?
3. Что такое основная система метода сил и какие особенности она имеет?
4. Как записываются канонические уравнения метода сил?

5. Какой смысл имеют коэффициенты системы канонических уравнений?
6. Какой смысл имеет каждая строка системы канонических уравнений?
7. Как определяются коэффициенты и грузовые члены канонических уравнений?
8. Какие способы построения окончательной эпюры моментов существуют?
9. Как построить окончательные эпюры поперечных и продольных сил?
10. Как выполняется кинематическая проверка окончательной эпюры изгибающих моментов?
11. Как выполняется статическая проверка результатов расчета стержневой системы? Как определяются перемещения в статически неопределимой стержневой системе?

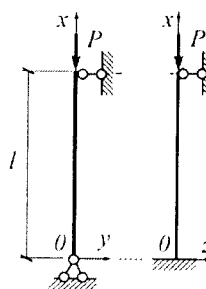
*Тема домашнего задания №4: «Устойчивость центрально сжатого стержня»*

*Типовое домашнее задание:*

Задача 1. Расчет центрально-сжатого стержня на устойчивость



Поперечное сечение



Расчетная схема

Для стального центрально сжатого стержня симметричного сечения с различными условиями закрепления в разных плоскостях с геометрическими параметрами поперечного сечения требуется:

1. Определить геометрические характеристики поперечного сечения.
2. Найти гибкости в главных плоскостях.
3. Определить значение критической силы  $P_{кр}$ , приняв модуль упругости стали  $E = 2,1 \cdot 10^5$  МПа, предел текучести  $\sigma_T = 245$  МПа, предел пропорциональности  $\sigma_{пл} = 195$  МПа.
4. Определить значение допускаемой силы  $P_{доп}$  приняв расчетное сопротивление стали  $R = 240$  МПа, коэффициент условий работы  $\gamma_c = 0,9$ , коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ .

*Перечень типовых контрольных вопросов для защиты домашнего задания №4:*

*К задаче 1*

1. Что такое продольный изгиб? В каком случае он возникает?
2. Что такое критическая сила?
3. Что такое коэффициент приведения длины  $\mu$ , от чего он зависит?
4. Что такое гибкость стержня  $\lambda$ ?
5. Каков вид формулы Эйлера для определения критической силы и критического напряжения?
6. Какие пределы применимости имеет формула Эйлера для стальных стержней?
7. Каковы пределы применимости формулы Эйлера для деревянных стержней?
8. Как и в каких случаях определяются критические напряжения по формуле Ясинского Ф.С.?
9. Как определяются критические напряжения для стальных стержней при малых гибкостях?
10. Как производится расчет на устойчивость с использованием коэффициента продольного изгиба  $\phi$  (строительные нормы)?

*Тема отчета по лабораторным работам:* «Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона. Испытание на разрыв образца из малоуглеродистой стали»

*Перечень типовых контрольных вопросов для защиты отчёта по ЛР:*

*Лабораторная работа №1:*

1. Коэффициент Пуассона и его значения для различных материалов.
2. Определение поперечной деформации по величине коэффициента Пуассона.
3. Закон Гука при одноосном напряженном состоянии.
4. Определение нормального напряжения в поперечном сечении.
5. Определение модуля упругости в эксперименте.
6. Влияние величины модуля упругости на значение деформации стержня.
7. Метод электротензометрии: приборы для измерения деформаций.
8. Жесткость стержня при растяжении или сжатии стержня.
9. Цель использования двух тензорезисторов при измерении продольной и поперечной деформаций.
10. Устройство тензорезистора.

*Лабораторная работа №2:*

1. Цель испытания материала на растяжение.
2. Абсолютное удлинение стержня, его размерность.
3. Относительное удлинение стержня, его размерность.
4. Деформации упругие, пластичные и остаточные.
5. Площадка текучести, определение предела текучести.
6. Определение временного сопротивления (предела прочности).
7. Определение истинного напряжения при разрыве.
8. Условная диаграмма напряжений, условное напряжение при разрыве.
9. Отличие истинной диаграммы напряжений от условной.
10. Определение относительного сужения после разрыва образца.

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

*3.1. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме экзамена и/или дифференцированного зачета (зачета с оценкой)*

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме экзамена проводится в 4 семестре (очная форма обучения).

Используются критерии и шкала оценивания, указанные в п.1.2. Оценка выставляется преподавателем интегрально по всем показателям и критериям оценивания.

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Знания».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)



Знание терминов и определений, понятий	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание основных закономерностей и соотношений, принципов	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объём освоенного материала, усвоение всех дидактических единиц (разделов)	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в объёме	Обладает твёрдым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на проверочные вопросы	Не даёт ответы на большинство вопросов	Даёт неполные ответы на все вопросы	Даёт ответы на вопросы, но не все - полные	Даёт полные, развёрнутые ответы на поставленные вопросы
Правильность ответов на вопросы	Допускает грубые ошибки при изложении ответа на вопрос	В ответе имеются существенные ошибки	В ответе имеются несущественные неточности	Ответ верен
Чёткость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Навыки начального уровня».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения только простых типовых учебных заданий	Имеет навыки выполнения только стандартных учебных заданий	Имеет навыки выполнения как стандартных, так и нестандартных

				учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий
Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов	Делает корректные выводы по результатам решения задачи	Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы верно и аккуратно

Ниже приведены правила оценивания формирования компетенций по показателю оценивания «Навыки основного уровня».

Критерий оценивания	Уровень освоения и оценка			
	«2» (неудовлетв.)	«3» (удовлетвор.)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Навыки выбора методик выполнения заданий	Не может выбрать методику выполнения заданий	Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий	Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий	Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий
Навыки выполнения заданий различной сложности	Не имеет навыков выполнения учебных заданий	Имеет навыки выполнения только простых типовых учебных заданий	Имеет навыки выполнения только стандартных учебных заданий	Имеет навыки выполнения как стандартных, так и нестандартных учебных заданий
Навыки самопроверки. Качество сформированных навыков	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач	Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения	Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения	Не допускает ошибок при выполнении заданий
Навыки анализа результатов выполнения заданий, решения задач	Делает некорректные выводы	Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов	Делает корректные выводы по результатам решения задачи	Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий
Навыки представления результатов решения задач	Не может проиллюстрировать решение задачи поясняющими схемами, рисунками	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы верно и аккуратно
Навыки обоснования выполнения заданий	Не может обосновать алгоритм выполнения заданий	Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий	Обосновывает ход решения задач без затруднений	Грамотно обосновывает ход решения задач

Быстрота выполнения заданий	Не выполняет задания или выполняет их очень медленно, не достигая поставленных задач	Выполняет задания медленно, с отставанием от установленного графика.	Выполняет все поставленные задания в срок	Выполняет все поставленные задания с опережением графика
Самостоятельность в выполнении заданий	Не может самостоятельно планировать и выполнять задания	Выполняет задания только с помощью наставника	Самостоятельно выполняет задания с консультацией у наставника	Выполняет задания самостоятельно, без посторонней помощи
Результативность (качество) выполнения заданий	Выполняет задания некачественно	Выполняет задания с недостаточным качеством	Выполняет задания качественно	Выполняет качественно даже сложные задания

*3.2. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме зачета*

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме зачёта не проводится.

*3.3. Процедура оценивания при проведении промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине в форме защиты курсовой работы (курсового проекта)*

Процедура защиты курсовой работы (курсового проекта) определена локальным нормативным актом, определяющим порядок осуществления текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Промежуточная аттестация по дисциплине в форме защиты курсовой работы/курсового проекта не проводится.

## Приложение 2 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.О.13.02	Механика. Техническая механика

Код направления подготовки / специальности	13.03.01
Направление подготовки / специальность	Теплоэнергетика и теплотехника
Наименование (я) ОПОП (направленность / профиль)	Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции
Год начала реализации ОПОП	2020
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2019

## Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

## Печатные учебные издания в НТБ НИУ МГСУ:

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц	Количество экземпляров в библиотеке НИУ МГСУ
1	Варданян Г.С., Андреев В.И., Атаров Н.М., Горшков А.А. Сопротивление материалов с основами теории упругости и пластичности. М.: Инфра-М, 2013. – 637 с.	205
2	Атаров Н.М., Варданян Г.С., Горшков А.А., Леонтьев А.Н. Сопротивление материалов. Учебное пособие, Ч. 2. – Москва: МГСУ, 2012. -97 с.	180
3	Атаров Н.М., Варданян Г.С., Горшков А.А., Леонтьев А.Н. Сопротивление материалов (с примерами решения задач). учебное пособие, М.: КНОРУС, 2017. - 331 с.	300
4	Андреев В. И., Паушкин А. Г., Леонтьев А. Н. Техническая механика: учебник для подготовки бакалавров по направлению 270800 - "Строительство" / - Москва : Изд-во АСВ, 2012. - 251 с.	300

## Электронные учебные издания в электронно-библиотечных системах (ЭБС):

№ п/п	Автор, название, место издания, год издания, количество страниц	Ссылка на учебное издание в ЭБС
1	Ильяшенко А. В., Астахова А.Я. Перемещение в балках и рамах при прямом изгибе в тестах [Электронный ресурс]: учебное пособие, Москва : МГСУ, 2015. – 88 с	<a href="http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2016/23.pdf">http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2016/23.pdf</a>
2	Атапин В.Г., Пель А.Н., Темников А.И. Сопротивление материалов. Базовый курс. Дополнительные главы [Электронный ресурс]: учебник, Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2011. — 507 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/45435">www.iprbookshop.ru/45435</a>
3	Агапов В.П. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебник, М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 336 с.	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26864">www.iprbookshop.ru/26864</a> .

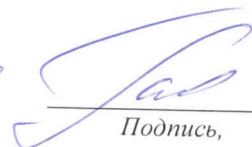
4	Атаров Н. М.[и др.] Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 ч. / Нац. исследоват. моск. гос. строит. ун-т. - 2-е изд. (эл.). - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017. Ч. 1. - электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 66 с.). - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017.	<a href="http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2019/71.pdf">http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2019/71.pdf</a>
5	Атаров Н. М. [и др.] Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие : в 3 ч. / Нац. исследоват. моск. гос. строит. ун-т. - 2-е изд. (эл.). - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017. Ч. 2 / под ред. Н. М. Атарова. - 3-е изд. (эл.). - электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 99 с.). - Москва : Изд-во МИСИ-МГСУ, 2017.	<a href="http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2019/72.pdf">http://lib-04.gic.mgsu.ru/lib/2019/72.pdf</a>

## Перечень учебно-методических материалов в НТБ НИУ МГСУ

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания, количество страниц
1	Паушкин А. Г. Задания к выполнению расчетно-графических работ по технической механике : методические указания для обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, 20.03.01 Техносферная безопасность / Нац. исслед. Моск. гос. строит. ун-т.; - Москва: МИСИ-МГСУ, 2019. - 45 с.
2	Ильяшенко А.В., Астахова А.Я. Центральное растяжение и сжатие стержней в тестах : методические указания к самостоятельной работе студентов / Московский государственный строительный университет, каф. сопротивления материалов, Москва : МГСУ, 2013. - 51 с.
3	Агаханов М.К. Экспериментальные исследования механических характеристик материалов и деформирования элементов конструкций [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / Моск. гос. строит. ун-т, каф. сопротивления материалов ; - Электрон. текстовые дан. (0,56 Мб). - Москва : НИУ МГСУ, 2017.
4	Агаханов М.К., Богопольский В.Г. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : курс лекций, учебное пособие, М. : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2017. — 178 с.
5	Атаров Н. М.[и др.] Задания по расчетно-графическим работам по сопротивлению материалов Ч. 1.: учебно-методическое издание для студентов, обучающихся по направлению "Строительство" (бакалавры, специалисты и магистры) : в 3 ч.] / Московский государственный строительный университет, Кафедра сопротивления материалов. - Москва : МГСУ, 2012. - 50 с.
6	Атаров Н. М.[и др.] Задания по расчетно-графическим работам по сопротивлению материалов Ч. 2 и 3.: учебно-методическое издание для выдачи заданий по расчетно-графическим работам студентам, обучающихся по направлению "Строительство", "Прикладная механика", "Прикладная математика" : в 3-х ч. ; Московский государственный строительный университет, Кафедра сопротивления материалов. - Москва : МГСУ, 2012 - 2014.- 58 с.

Согласовано:  
НТБ

24.10.2019  
дата

  
Подпись,

ФИО

## Приложение 3 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.О.13.02	Механика. Техническая механика
Код направления подготовки / специальности	13.03.01
Направление подготовки / специальность	Теплоэнергетика и теплотехника
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции
Год начала реализации ОПОП	2020
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2019

## Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp?">http://elibrary.ru/defaultx.asp?</a>
Электронная библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Научно-технический журнал по строительству и архитектуре «Вестник МГСУ»	<a href="http://www.vestnikmgsu.ru/">http://www.vestnikmgsu.ru/</a>
Научно-техническая библиотека НИУ МГСУ	<a href="http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/">http://www.mgsu.ru/resources/Biblioteka/</a>

## Приложение 4 к рабочей программе

Шифр	Наименование дисциплины
Б1.О.13.2	Механика. Техническая механика

Код направления подготовки / специальности	13.03.01
Направление подготовки / специальность	Теплоэнергетика и теплотехника
Наименование ОПОП (направленность / профиль)	Тепломеханическое оборудование и системы теплогазоснабжения и вентиляции
Год начала реализации ОПОП	2020
Уровень образования	бакалавриат
Форма обучения	очная
Год разработки/обновления	2019

**Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины**

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа