

Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Оборудование и технологии обработки материалов»

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине  
Б.1.1.14 «Соппротивление материалов»  
направления подготовки

21.03.01 «Нефтегазовое дело»

Профиль «Эксплуатация и обслуживание технологических объектов  
нефтегазового производства»

Формы обучения: очная; очно-заочная

Объем дисциплины:

в зачетных единицах: 7 з.е.

в академических часах: 252 ак.ч.

Рабочая программа по дисциплине «Соппротивление материалов» направления подготовки 21.03.01 «Нефтегазовое дело» составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 21.03.01 «Нефтегазовое дело», утвержденным приказом Минобрнауки России №96 от 9 февраля 2018 г.

Рабочая программа:

**обсуждена и рекомендована** к утверждению решением кафедры «Оборудование и технологии обработки материалов» от «13» июня 2024 г., протокол № 11.

И.о. заведующего кафедрой  /Тихонов Д.А./

**одобрена** на заседании УМКН «14» июня 2024 г., протокол № 5.

Председатель УМКН  / Левкина Н.Л./  
подпись Ф.И.О.

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цель преподавания дисциплины:** является приобретения умений и навыков, благодаря которым бакалавры могли бы создавать конструкции машин и механизмов прочными, устойчивыми, выносливыми, долговечными и вместе с тем экономичными. Изучение дисциплины должно развить у будущих бакалавров способности к самостоятельному мышлению и анализу, к самостоятельной творческой работе, развить понимание физических явлений и техническое мышление. Развить умение и навыки применения теоретических знаний и современных методов проектирования к решению практических вопросов.

**Задачи изучения дисциплины** является изучение основных понятий и стандартных подходов в области проектирования и эксплуатации типовых конструкций и деталей технических систем. Изучение основных закономерностей деформирования твердых тел под действием системы сил, формирование понятий о прочности, жесткости и устойчивости типовых конструкций и отдельных ее элементов. Формирование необходимых знаний и мотиваций для успешного освоения профессиональных дисциплин ООП. Получение навыков проектирования конструкций, связанных с выбором геометрических размеров и материала из условия обеспечения прочности, жесткости и устойчивости, и выполнения расчетов при оценке технического состояния строительных конструкций.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Соппротивление материалов» относится к обязательной части учебного плана Блока 1 «Дисциплины (модули)».

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

- способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2).

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм,	ИД-7 <sub>УК-2</sub> Знает и понимает основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций в рамках системного подхода для решения поставленных задач расчета и моделирования конструкций	<b>Знать:</b> основы законы и модели механики и границы их применения, методики расчета деталей и конструкций. основные методы исследования нагрузок, перемещений и напряженно-деформированного состояния в элементах конструкций, методы проектных и проверочных расчетов изделий;

Код и наименование компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции (составляющей компетенции)	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
имеющихся ресурсов и ограничений.		<p><b>Уметь:</b> формулировать и применять общеинженерные знания для решения типовых задач сопротивления материалов, формулировать в рамках заданной расчетной системы совокупность задач обеспечивающих достижение необходимых параметров конструкций, материалов и сечений, на основе полученных расчетов конструкции оценивать практические последствия принятых решений.</p> <p><b>Владеть:</b> системным подходом для решения типовых задач сопротивления материалов, навыками сбора и поиска информации по объекту расчета конструкции, проводить анализ свойств объекта и обобщает результаты исследования для решения задачи, методами моделирования и расчета типовых задач расчета конструкций, навыками проведения испытаний материалов и типовых конструкций.</p>

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы очная форма обучения

Вид учебной деятельности	акад. часов		
	Всего	по семестрам	
		1 сем.	2 сем.
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	112	48	64
• занятия лекционного типа,	48	32	16
• занятия семинарского типа:	64	16	48
практические занятия	48	16	32
лабораторные занятия	16	–	16
в том числе занятия в форме практической подготовки	–	–	–
2. Самостоятельная работа студентов, всего	140	60	80
– курсовая работа (проект)	–	–	–
3. Промежуточная аттестация:		зачет	экзамен
экзамен, зачет с оценкой, зачет			
Объем дисциплины в зачетных единицах	7	3	4
Объем дисциплины в акад. часах	252	108	144

#### очно-заочная форма обучения

Вид учебной деятельности	Заочная форма обучения (акад. часов)			Заочная форма обучения по индивидуальным планам в ускоренные сроки (акад. часов)		
	Всего	по семестрам		по семестрам		
		1 сем.	2 сем.			
1. Аудиторные занятия, часов всего, в том числе:	48	20	28			
• занятия лекционного типа,	22	10	12			
• занятия семинарского типа:	26	10	16			
практические занятия	20	10	10			
лабораторные занятия	6	–	6			
в том числе занятия в форме практической подготовки	–	–	–			
2. Самостоятельная работа студентов, всего	204	88	116			
– курсовая работа (проект)		–	–			
– контрольная работа		–	–			
3. Промежуточная аттестация: <i>экзамен, зачет с оценкой, зачет</i>		зачет	экзамен			
Объем дисциплины в зачетных единицах	7	3	4			
Объем дисциплины в акад. часах	252	108	144			

## 5. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием количества академических часов и видов учебных занятий

### 5.1. Содержание дисциплины

#### Тема 1. Введение.

Значение сопротивления материалов для подготовки квалифицированного бакалавра. История сопротивления материалов. Связь дисциплины другими курсами. Прочность и ее роль в проектировании и эксплуатации конструкций. Основные допущения «Сопротивления материалов». Реальный объект и расчетная схема. Классификация нагрузок. Метод сечений и внутренние силы. Классификация типов нагружения стержня по внутренним силам. Понятия о напряжениях, деформациях, перемещениях.

#### Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.

Усилия, напряжения, Закон Гука. Закон Пуассона. Испытания на растяжение. Диаграмма растяжения. Разгрузка и повторное нагружение. Истинная диаграмма растяжения. Механические свойства при сжатии. Пластичные и хрупкие материалы. Предельное состояние и его критерии. Коэффициент запаса. Расчет по допускаемым напряжениям и нагрузкам. Ползучесть, релаксация напряжений. Растяжение под действием собственного веса. Потенциальная энергия деформации при растяжении - сжатии. Концентрация напряжений. Контактные напряжения.

Расчет статически неопределимых систем. Температурные и монтажные напряжения.

**Тема 3.** Теория напряженного состояния.

Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений и его компоненты. Закон парности касательных напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния. Напряжения на наклонных площадках при линейном напряженном состоянии. Обобщенный закон Гука.

Назначение критериев прочности и пластичности. Предельное состояние. Эквивалентное напряжение. Равноопасное состояние. Условие прочности при сложном напряженном состоянии.

**Тема 4.** Геометрические характеристики плоских сечений.

Статические моменты площади и их использование для определения центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции. Радиусы инерции. Моменты инерции простых сечений. Зависимости между моментами инерции для параллельных осей.

**Тема 5.** Сдвиг и кручение

Элементы конструкций, работающие на сдвиг. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге. Потенциальная энергия деформации при сдвиге. Кручение прямого стержня. Напряжения при кручении. Угол закручивания. Подбор сечения вала. Статически неопределимые задачи кручения. Кручение стержней некруглого поперечного сечения. Понятие о мембранной аналогии.

**Тема 6.** Изгиб стержней.

Нагрузки, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции. Внутренние силы при изгибе. Дифференциальные зависимости при изгибе. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям. Подбор сечений балок. Рациональные сечения балок. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Метод начальных параметров. Потенциальная энергия деформации при изгибе.

**Тема 7.** Прочность при сложном напряженном состоянии. Косой изгиб. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Перемещение при косом изгибе. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Ядро сечения. Изгиб с кручением. Внутренние силы. Напряжения в опасных точках сечения. Подбор сечений вала.

**Тема 8.** Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.

Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении. Теорема Кастильяно. Интегралы Мора. Способ Симпсона. Анализ структуры стержневых систем. Степень статической неопределимости системы. Основная система. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.

**Тема 9.** Расчет сжатых стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.

Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Потеря устойчивости. Критическая нагрузка и напряжение. Устойчивость сжатых стержней. Формула

Эйлера. Влияние опорных закреплений стержня на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ф.С. Ясинского. Расчет по коэффициенту уменьшения допускаемых напряжений.

Приближенный метод интегрирования нелинейного дифференциального уравнения изогнутой оси стержня при одновременном действии продольных и поперечных сил. Определение напряжений и коэффициента запаса при продольно-поперечном изгибе.

**Тема 10.** Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.

Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Диаграммы предельных напряжений при асимметричных циклах. Схематизация диаграмм.

**Тема 11.** Динамическая нагрузка. Упругие колебания.

Расчет равноускоренно движущегося тела. Динамический коэффициент. Расчет тонкостенного вращающегося кольца. Приближенная теория удара. Расчет по балансу энергии. Динамический коэффициент при ударе. Влияние массы ударяемой системы.

Степени свободы колебательных систем. Колебания Свободные и вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Коэффициент нарастания колебаний. Резонанс. Влияние сил сопротивления. Коэффициент приведения массы.

**Тема 12.** Механика разрушения

Физические основы упругости и пластичности. Влияние дислокаций на предельные напряжения. Виды разрушения. Напряжения в вершине трещины. Энергетический подход к разрушению и формула Гриффитса.

**Тема 13.** Расчет конструкций по предельным состояниям

Основные понятия о предельном состоянии. Расчеты на растяжение-сжатие. Расчеты на кручение.

**Тема 14.** Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений.

Классификация экспериментальных методов. Типы тензометров. Тензорезисторы, схемы измерения.

## 5.2. Разделы, темы дисциплины и виды занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки	самос– тоятельная работа	
1.	Тема 1. Введение.	2		4	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
2.	Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.	4	8	10	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
3.	Тема 3. Теория напряженного состояния.	2		14	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
4.	Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.	2	6	10	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
5.	Тема 5. Сдвиг и кручение	4	4	10	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
6.	Тема 6. Изгиб стержней.	6	10	14	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
7.	Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.	4	8	8	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
8.	Тема 8. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.	4		14	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
9.	Тема 9. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.	4	4	16	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
10.	Тема 10. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.	2		12	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
11.	Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.	6	8	10	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
12.	Тема 12. Механика разрушения	4		6	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
13.	Тема 13. Расчет конструкций по предельным состояниям	2		6	ИД-7 <sub>УК-2</sub>



14.	Тема 14. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений.	2		4	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
	<b>Итого</b>	<b>48</b>	<b>48</b>	<b>140</b>	

**очно-заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Виды занятий, включая самостоятельную работу студентов (в акад. часах)			Код индикатора достижения компетенции
		занятия лекционного типа  <i>заочная / ИПУ</i>	занятия семинарского типа / из них в форме практической подготовки  <i>заочная / ИПУ</i>	самос– тоятельная работа  <i>заочная / ИПУ</i>	
1.	Тема 1. Введение.	1		2	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
2.	Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.	1	2	14	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
3.	Тема 3. Теория напряженного состояния.	1	1	18	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
4.	Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.	1	2	16	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
5.	Тема 5. Сдвиг и кручение	2	2	16	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
6.	Тема 6. Изгиб стержней.	4	2	20	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
7.	Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.	2	2	14	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
8.	Тема 8. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.	2	2	18	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
9.	Тема 9. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.	2	2	20	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
10.	Тема 10. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.	2	2	16	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
11.	Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.	1	2	16	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
12.	Тема 12. Механика разрушения	1		12	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
13.	Тема 13. Расчет конструкций по предельным состояниям	1	1	12	ИД-7 <sub>УК-2</sub>

14.	Тема 14. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений.	1		10	ИД-7 <sub>УК-2</sub>
	<b>Итого</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>204</b>	

### 5.3. Перечень практических занятий

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Содержание практических занятий	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.	Статически-определимые задачи. Расчет на прочность и жесткость. Эпюры $N$ , $Q$ , $\delta$ . Расчет статически – определимых стержневых систем. Подбор элементов, изготовленных из прокатных профилей. Статически - неопределимые задачи. Уравнение совместности деформаций	8		2
3.	Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.	Нахождение положений центра тяжести сложных фигур, главных центральных осей. Вычисление величин главных центральных моментов инерции сложных фигур.	6		2
4.	Тема 5. Сдвиг и кручение	Кручение круглых валов. Подбор сечения вала. Эпюры углов закручивания. Кручение статически – неопределимых стержней некруглого поперечного сечения.	4		2
5.	Тема 6. Изгиб стержней.	Плоский изгиб. Построение эпюр $Q$ и $M$ в балках. Подбор сечений балок. Определение перемещений балок.	10		4
6.	Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.	Расчет на косоу изгиб. Расчет стержней на внецентренное сжатие. Изгиб с кручением. Подбор сечений вала.	8		
8.	Тема 9. Расчет сжатых стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.	Расчет стержней на устойчивость. Определение критической силы. Подбор сечения сжатого стержня.	4		2
10.	Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.	Расчет конструкций на удар. Определение собственных частот колебаний конструкций. Расчет на прочность в случае вынужденных колебаний.	8		2
	<b>Итого</b>		<b>48</b>		<b>14</b>

## 5.4. Перечень лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Наименование лабораторной работы	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)	заочная форма обучения / ИПУ (при наличии)
1.	Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.	Испытание на растяжение стального образца. Обработка диаграммы растяжения. Определение механических характеристик материала. Испытание на сжатие деревянных образцов. Определение механических характеристик материала. [13]	4	2	
2.	Тема 5. Сдвиг и кручение	Испытание на скалывание деревянного образца. Испытание на срез стального образца. Определение механических характеристик материала. Испытание на кручение стального образца. Определение механических характеристик материала. [14]	4		
3.	Тема 6. Изгиб стержней.	Исследование изгиба двухопорной статически-определимой балки. Сравнение величин перемещений конструкции, найденных экспериментально и вычисленных теоретически. [19] Исследование изгиба консольной статически-определимой балки. Сравнение величин перемещений конструкции, найденных экспериментально и вычисленных теоретически. [19]	4	4	
4.	Тема 8. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.	Исследование изгиба двухопорной статически-неопределимой балки. Исследование изгиба статически-неопределимой portalной рамы. Сравнение величин реакций опор конструкции, найденных экспериментально и вычисленных теоретически. Испытание стержня на устойчивость. Сравнение величин критических сил конструкции, найденных экспериментально и вычисленных теоретически.	4		
	<b>Итого</b>		<b>16</b>	<b>6</b>	

### 5.5. Задания для самостоятельной работы студентов

№ п/п	Наименование раздела, темы дисциплины	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Объем дисциплины в акад. часах		
			очная форма обучения	очно-заочная форма обучения / ИПУ	заочная форма обучения / ИПУ
1.	Тема 1. Введение.	ГОСТы по испытанию материалов на растяжение, сжатие, сдвиг, кручение.	4	2	
2.	Тема 2. Центральное растяжение и сжатие.	Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов. Эффект Баушингера.	10	14	
3.	Тема 3. Теория напряженного состояния.	Напряжения на произвольных площадках, главные площадки и главные напряжения при плоском напряженном состоянии. Изменение объема при растяжении-сжатии. Критерий Мора для материалов с различными пределами текучести для растяжения и сжатия.	14	18	
4.	Тема 4. Геометрические характеристики плоских сечений.	Зависимости между моментами инерции относительно осей, повернутых друг к другу на некоторый угол.	10	16	
5.	Тема 5. Сдвиг и кручение	Чистое кручение тонкостенных стержней замкнутого и открытого профилей. Потенциальная энергия деформации при кручении.	10	16	
6.	Тема 6. Изгиб стержней.	Применение теории изгиба прямого стержня к расчету стержня малой кривизны.	14	20	
7.	Тема 7. Прочность при сложном напряженном состоянии.	Пружины растяжения, сжатия Цилиндрические и кручения. Расчет пружин на прочность и жесткость. Упругие элементы в виде фасонных пружин и осесимметричных оболочек.	8	14	
8.	Тема 8. Общие методы определения перемещений. Расчет статически неопределимых систем.	Использование симметрии при расчете статически – неопределимых рам. Изгиб плоского бруса большой кривизны. Внутренние силы. Закон распределения нормальных напряжений	14	18	
9.	Тема 9. Расчет сжатых	Понятие об устойчивости плоской формы изгиба.	16	20	

	стержней на устойчивость. Продольно-поперечный изгиб.	Приближенные методы расчета на устойчивость.			
10.	Тема 10. Прочность при напряжениях, циклически изменяющихся во времени.	Пластические деформации при циклическом деформировании и условия малоциклового разрушения	12	16	
11.	Тема 11. Динамическая нагрузка. Упругие колебания.	Свободные и вынужденные колебания системы со многими степенями свободы. Крутильные колебания. Критическая скорость вала.	10	16	
12.	Тема 12. Механика разрушения	Коэффициент интенсивности напряжений. Работа разрушения. Испытания на ударную вязкость.	6	12	
13.	Тема 13. Расчет конструкций по предельным состояниям	Расчеты на изгиб по предельному состоянию.	6	12	
14	Тема 14. Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений.	Методы: поляризационно-оптический, "замораживания", хрупких лаковых покрытий, муаровых полос, рентгеновский.	4	10	

## **6. Расчетно-графическая работа (4 семестр)**

**Расчетно-графическая работа содержит:**

РАСЧЕТ СТУПЕНЧАТОГО БРУСА НА РАСТЯЖЕНИЕ–СЖАТИЕ  
РАСЧЕТ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМОЙ СТЕРЖНЕВОЙ СИСТЕМЫ  
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОСКИХ СЕЧЕНИЙ  
РАСЧЕТ ВАЛА НА КРУЧЕНИЕ  
РАСЧЕТ ШАРНИРНО-ОПЕРТОЙ БАЛКИ НА ИЗГИБ  
РАСЧЕТ БАЛКИ-КОНСОЛИ НА ИЗГИБ  
РАСЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ЛОМАНОГО БРУСА  
РАСЧЕТ ВАЛА НА ИЗГИБ С КРУЧЕНИЕМ  
РАСЧЕТ СТЕРЖНЯ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
РАСЧЕТ НА УДАР  
РАСЧЕТ НА КОЛЕБАНИЯ

## **7. Курсовая работа**

*Курсовая работа не предусмотрена.*

## **8. Курсовой проект**

*Курсовой проект не предусмотрен.*

## **9. Контрольная работа**

*Контрольная работа предусмотрена по заочной форме обучения*

## **10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации<sup>1</sup>**

Оценивание результатов обучения по дисциплине и уровня сформированности компетенций (части компетенции) осуществляется в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации в соответствии с Фондом оценочных средств.

### **Перечень вопросов к зачёту:**

1. Прочность и ее роль в проектировании и эксплуатации конструкций.
2. Основные допущения сопротивления материалов.
3. Реальный объект и расчетная схема. Классификация нагрузок.
4. Метод сечений и внутренние силы. Классификация типов нагружения стержня по внутренним силам.
5. Понятия о напряжениях, деформациях, перемещениях.
6. Закон Гука. Модуль Юнга. Закон Пуассона.
7. Испытание на растяжение. Диаграмма растяжения мягкой стали.
8. Разгрузка и повторное нагружение. Истинная диаграмма растяжения.
9. Механические свойства при сжатии. Пластичные и хрупкие

---

<sup>1</sup> В данном разделе приводятся примеры оценочных средств



материалы.

10. Предельное состояние и его критерии. Коэффициент запаса.
11. Расчет по допускаемым напряжениям и нагрузкам.
12. Ползучесть, релаксация напряжений.
13. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов.
14. Физические основы упругости и пластичности. Виды разрушения.
15. Энергетический подход к разрушению и формула Гриффитса. Работа разрушения.
16. Концентрация напряжений. Контактные напряжения
17. Растяжение под действием собственного веса.
18. Расчет статически неопределимых систем. Температурные и монтажные напряжения.
19. Статические моменты площади. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции.
20. Радиусы инерции. Моменты инерции простых сечений.
21. Зависимости между моментами инерции для параллельных осей.
22. Зависимости между моментами инерции относительно осей, повернутых друг к другу на некоторый угол.
23. Определение положения главных осей и вычисление главных моментов инерции сечения.
24. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений и его компоненты.
25. Закон парности касательных напряжений.
26. Главные площадки и главные напряжения. Виды напряженного состояния.
27. Напряжения на наклонных площадках при линейном напряженном состоянии.
28. Напряжения на произвольных площадках, главные площадки и главные напряжения при плоском напряженном состоянии.
29. Обобщенный закон Гука.
30. Назначение критериев прочности и пластичности.
31. Предельное состояние. Эквивалентное напряжение. Равноопасное состояние.
32. Условие прочности при сложном напряженном состоянии.
33. Элементы конструкций, работающие на сдвиг.
34. Чистый сдвиг. Закон Гука при сдвиге.
35. Кручение прямого стержня круглого или кольцевого поперечного сечения.
36. Эпюры крутящих моментов. Напряжения при кручении. Угол закручивания.
37. Подбор сечения вала по условию прочности и по условию жесткости.
38. Кручение стержней некруглого поперечного сечения.

39. Статически неопределимые задачи кручения.
40. Понятие о мембранной аналогии.
41. Чистое кручение тонкостенных стержней замкнутого и открытого профилей.
42. Нагрузки, вызывающие изгиб. Опоры и опорные реакции.
43. Внутренние силы при изгибе.
44. Дифференциальные при изгибе.
45. Нормальные напряжения при чистом изгибе.
46. Условие прочности при изгибе по нормальным напряжениям.
47. Подбор сечений балок по условию прочности по нормальным напряжениям.
48. Рациональные сечения балок.
49. Касательные напряжения при поперечном изгибе.

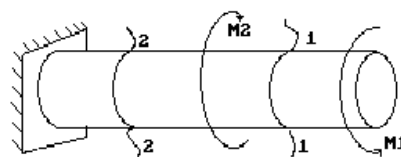
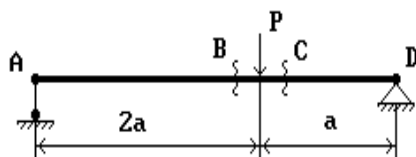
### **Перечень вопросов к экзамену:**

1. Косой изгиб. Положение нейтральной линии, определение напряжений.
2. Внецентренное растяжение или сжатие стержней большой жесткости. Положение нейтральной линии, определение напряжений. Ядро сечения.
3. Изгиб с кручением. Внутренние силы. Напряжения в опасных точках сечения. Подбор сечения вала по критериям пластичности.
4. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование.
5. Метод начальных параметров.
6. Потенциальная энергия деформации при растяжении - сжатии.
7. Потенциальная энергия деформации при сдвиге.
8. Потенциальная энергия деформации при кручении.
9. Потенциальная энергия деформации при изгибе.
10. Потенциальная энергия деформации при произвольном нагружении.
11. Теорема Кастильяно. Интегралы Мора для вычисления перемещений. Способ Симпсона.
12. Анализ структуры стержневых систем. Степень статической неопределимости системы.
13. Основная система. Эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.
14. Порядок расчета статически неопределимых систем методом сил.
15. Статическая и кинематическая проверки.
16. Устойчивые и неустойчивые формы равновесия. Потеря устойчивости.
17. Критические нагрузка и напряжение. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера.
18. Влияние опорных закреплений стержня на величину критической силы.
19. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ф.С. Ясинского.

20. Нелинейность задачи о продольно-поперечном изгибе стержня.
21. Приближенный метод интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси стержня при одновременном действии продольных и поперечных сил.
22. Механизм усталостного разрушения. Кривые усталости и предел выносливости.
23. Влияние различных факторов на величину предела выносливости. Схематизация диаграмм.
24. Коэффициент запаса прочности при переменных напряжениях.
25. Выносливость при совместном изгибе и кручении.
26. Повышение выносливости конструктивными и технологическими мероприятиями.
27. Расчет равноускоренно движущегося тела. Динамический коэффициент.
28. Расчет тонкостенного вращающегося кольца. Расчет вращающихся рам.
29. Приближенная теория удара. Расчет при ударе по балансу энергии.
30. Динамический коэффициент при ударе. Влияние массы ударяемой системы.
31. Степени свободы колебательных систем.
32. Свободные колебания системы с одной степенью свободы.
33. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы.
34. Коэффициент нарастания колебаний.
35. Резонанс. Влияние сил сопротивления. Коэффициент приведения массы.
36. Основные понятия о предельном состоянии.
37. Расчеты на растяжение-сжатие по предельному состоянию.
38. Расчеты на кручение по предельному состоянию.
39. Расчеты на изгиб по предельному состоянию.

### Типовые тестовые задания:

1. Чему равны крутящие моменты в сечениях 1-1 и 2-2 показанного на рисунке бруса?
2. Балка на двух шарнирных опорах нагружена сосредоточенной силой. Чему равны изгибающие моменты в сечениях А,В,С,Д? (Сечения В и С находятся на ничтожно малых расстояниях от сечения, где приложена сила Р).



Полностью тестовые задания и вопросы к модулям (вопросы для самопроверки) размещены на сайте ЭТИ СГТУ им. Гагарина Ю. А. <http://techn.sstu.ru/>

Далее: Организация учебного процесса – Дисциплины (УМКД) – Сопротивление материалов ФГОС – Текущий контроль знаний

## 11. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 11.1. Рекомендуемая литература

1. Гильман А. А. Сопротивление материалов / Гильман А. А., -: учебное пособие для студентов всех специальностей - Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2012 — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.stu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Техническая механика : учебник / Л. Н. Гудимова, Ю. А. Епифанцев, Э. Я. Живаго, А. В. Макаров ; под редакцией Э. Я. Живаго. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-4498-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131016>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Сопротивление материалов : учебник / Б. Е. Мельников, Л. К. Паршин, А. С. Семенов, В. А. Шерстнев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 576 с. — ISBN 978-5-8114-4740-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/131018> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Сидорин, С. Г. Сопротивление материалов. Пособие для решения контрольных работ студентов-заочников : учебное пособие / С. Г. Сидорин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 212 с. — ISBN 978-5-8114-2548-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103913> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Агаханов, М. К. Сопротивление материалов : учебное пособие / М. К. Агаханов, В. Г. Богопольский. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 268 с. — ISBN 978-5-7264-1252-8. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/42912.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
6. сопротивление материалов : лабораторный практикум / А. Н. Кислов, А. А. Поляков, Ф. Г. Лялина [и др.]. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-7996-1558-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68474.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей
7. Сопротивление материалов : учебно-методическое пособие / И. Н. Миролюбов, Ф. З. Алмаметов, Н. А. Курицин, И. Н. Изотов. — 9-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 512 с. — ISBN 978-5-8114-0555-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168607>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 11.2. Периодические издания

*не используются*

## 11.3. Нормативно-правовые акты и иные правовые документы

*не используются*

Образец:

Закон РФ от 21 июля 1993 г. № 5485-1 «О государственной тайне» // СЗ РФ. 1997 № 41 Ст. 8220

## 11.4 Перечень электронно-образовательных ресурсов

1. Гильман, А. А. Основы сопротивления материалов. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие в 2-х частях /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 35 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гильман, А.А. Основы сопротивления материалов. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие в 2-х частях /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 31 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Гильман, А. А. Сопротивление материалов. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебное пособие в 2-х частях /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 70 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Гильман, А. А. Сопротивление материалов. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебное пособие в 2-х частях /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 45 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей..

5. Гильман, А. А. Механика. Прикладная механика. Раздел "Сопротивление материалов" [Электронный ресурс] : учебное пособие /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 50 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей..

6. Гильман, А. А. Лабораторные работы по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 30 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=6> — Режим доступа: для авториз. пользователей..

7. Гильман, А. А. Решение задач по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : метод. указания к решению задач /Гильман А. А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. - 41 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=6> —Режим доступа: для авториз. пользователей.

8. Гильман, А.А. Задания к выполнению расчетно-графических и контрольных работ по сопротивлению материалов [Электронный ресурс] : методические указания /Гильман А.А., Легкоступ А.А. - Электрон. текстовые дан. - Энгельс : Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю. А., 2016. – 21 с. — Текст : электронный // *электронно-библиотечная система ЭТИ (филиала) СГТУ им. Гагарина Ю. А.* URL: <http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=115&tip=4> —Режим доступа: для авториз. пользователей..

### **11.5 Электронно-библиотечные системы**

1. «ЭБС IPRbooks»,
2. ЭБС «Лань»
3. «ЭБС eLibrary»
4. ЭБС «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА»

### **11.6. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

- ЭБС «Университетская научно-техническая библиотека» (<http://lib.sstu.ru>);
- ЭБС «Единое окно» (<http://window.edu.ru>);
- ЭБ диссертаций Российской государственной библиотеки (<https://dvs.rsl.ru>);
- международная реферативная база данных Scopus (<https://www.scopus.com>);
- международная реферативная база данных Web of Science (<http://apps.webofknowledge.com>) и др.

*Источники ИОС ЭТИ СГТУ* (<http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/SpisokPredmetow.aspx> )

### **11.7. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах, адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья (для групп и потоков с такими студентами)**

1. Адаптированная версия НЭБ, для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

## **12. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных**

Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

### **12.1 Перечень информационно-справочных систем**

*не используются*

### **12.2 Перечень профессиональных баз данных**

*не используются*

### **12.3 Программное обеспечение**

Образовательный процесс по дисциплине обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (подлежит обновлению при необходимости).

- 1) Лицензионное программное обеспечение
- 2) Свободно распространяемое программное обеспечение

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечивается индивидуальным неограниченным доступом к электронно-библиотечной системе и электронной информационно-образовательной среде.

## **13. Материально-техническое обеспечение**

*Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный к Интернет; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины.

Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

*Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, выполнения курсовых работ, текущего контроля и промежуточной аттестации, групповых и индивидуальных консультаций.*



Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска; проекционный экран; мультимедийный проектор; ноутбук, подключенный к Интернет; демонстрационное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по рабочей программе дисциплины. Программное обеспечение: Microsoft Windows 7, Microsoft Office 2010 (Word, Excel, PowerPoint), GoogleChrome

*Учебная лаборатория*

Укомплектована специализированной мебелью и техническими средствами обучения: 20 рабочих мест обучающихся; рабочее место преподавателя; классная доска, установка для исследования двухопорной балки на прямой изгиб СМ-4А, установка для исследования изгиба консольной балки СМ-7Б (3 шт), установка для исследования двухопорной статически неопределимой балки на изгиб СМ-11А, установка для исследования балки на косоу изгиб СМ-8М, установка для исследования статически неопределимой порталной рамы СМ-34М, установка для исследования горизонтального перемещения шарнирно-подвижной опоры статически определимой рамы СМ-1Г, установка для исследования деформации пространственного ломаного бруса СМ-14М (2 шт), установка для определения модуля сдвига при кручении, установка для испытания стержня на устойчивость СМ, универсальная разрывная машина УММ-5, универсальная машина для испытания на кручение КМ-50.

Рабочую программу составил  /Тихонов Д.А./

#### 14. Дополнения и изменения в рабочей программе

Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Внесенные изменения утверждены на заседании УМКС/УМКН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ года, протокол № \_\_\_\_\_

Председатель УМКН \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /