

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор академии

В.В.Великанов

«20» сентября 2024 г.

Регистрационный № МС-102-24/уч.

## СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Учебная программа учреждения высшего образования  
по учебной дисциплине для специальности  
7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений

2024 г.

Учебная программа составлена в соответствии с образовательным стандартом специального высшего образования по специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений (ОСВО 7-07-0732-01-2023), а также учебными планами СД-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СДс-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СЗ-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г., СЗс-0732-01-4-23у от 29.03.2023 г.

### **СОСТАВИТЕЛИ:**

О. В. Другомилова, старший преподаватель кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»;

Л. И. Мельникова, старший преподаватель кафедры сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия».

### **РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

В. Н. ОСНОВИН, заведующий кафедрой механики материалов и деталей машин учреждения образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», кандидат технических наук, доцент;

С. М. КУРЧЕВСКИЙ, доцент кафедры гидротехнического и энергетического строительства, водного транспорта и гидравлики учреждения образования «Белорусский национальный технический университет», кандидат сельскохозяйственных наук, доцент.

### **РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

кафедрой сельского строительства и обустройства территорий учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 6/24 от 27.02.2024 г.);

методической комиссией мелиоративно-строительного факультета учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 8 от 22.04.2024 г.);

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия» (протокол № 9 от 29.05.2024 г.);

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина «Соппротивление материалов» имеет большое значение для технического образования в вузе по любой направленности, так как развивает у будущих специалистов широкое инженерное мышление и творческую инициативу. В связи с этим важным является грамотное проектирование инженерных сооружений и строительных конструкций с применением современных методов и алгоритмов расчетов, новых конструкционных материалов, испытательного оборудования для получения их механических характеристик.

Правильное и рациональное выполнение расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов инженерных конструкций, используемых в сложных эксплуатационных условиях под действием статических и динамических нагрузок, учет температурных воздействий, монтажных неточностей и процессов, связанных с длительностью эксплуатации, является необходимым условием надежности и долговечности инженерных сооружений и конструкций при одновременном снижении их материалоемкости.

**Цель** преподавания учебной дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций при изучении методов расчета и проектирования элементов инженерных конструкций и сооружений на прочность, жесткость, устойчивость, развитие инженерного мышления у студентов, формирование фундамента инженерно-технических знаний на основе изучения достижений мировой и отечественной науки и техники.

**Задачи** учебной дисциплины – овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов инженерных конструкций и сооружений.

Учебная дисциплина «Соппротивление материалов» относится к государственному компоненту модуля «Базовая строительная подготовка 1» учебного плана по специальности 7-07-0732-01 Строительство зданий и сооружений. Освоение учебной дисциплины «Соппротивление материалов» базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении учебных дисциплин «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика» и др.

Учебная дисциплина «Соппротивление материалов» изучает разработку методов расчета элементов конструкций на прочность, жесткость и устойчивость. Знания, приобретенные в результате изучения учебной дисциплины «Соппротивление материалов», будут использованы при изучении в дальнейшем учебных дисциплин: «Строительная механика», «Гидротехнические сооружения» и др.

В результате изучения учебной дисциплины «Соппротивление материалов» студенты должны развить и закрепить следующую базовую профессиональную компетенцию (БПК-9): применять методы расчета прочностных и деформационных характеристик строительных материалов, деталей, изделий и конструкций для решения инженерно-строительных задач.

Для этого они должны  
знать:

- основные нормативно-справочные материалы по проектированию элементов инженерных сооружений и строительных конструкций;
- методики определения механических характеристик основных конструктивных и строительных материалов;
- методы и алгоритмы расчета и проектирования элементов инженерных сооружений и строительных конструкций на прочность, жесткость и устойчивость;
- причины разрушения элементов инженерных сооружений и строительных конструкций и способы повышения их надежности и долговечности;

уметь:

- определять основные механические характеристики современных конструктивных и строительных материалов;
- использовать на практике основные положения теории сопротивления материалов как основ конструирования элементов конструкций;
- практически применять теоретические знания по прочностным и деформационным расчетам элементов конструкций гидротехнических и жилых зданий и сооружений;
- выбирать рациональные методы и алгоритмы расчета элементов инженерных сооружений и строительных конструкций с учетом возможных упрощений, допущений и ограничений;
- выполнять сложные инженерные расчеты с применением технологических программ на ПЭВМ;

владеть:

- полученными базовыми научно-теоретическими знаниями и уметь применять их для решения теоретических и практических профессиональных задач;
- системным и сравнительным анализом;
- исследовательскими навыками;
- междисциплинарным подходом при решении проектных задач в области строительства;
- способностью к социальному взаимодействию и межличностным коммуникациям, к восприятию критики и самокритике, умению работать в команде;
- навыками самостоятельного получения знаний и повышения квалификации;
- современными компьютерными технологиями проектирования инженерных систем и сооружений.

В рамках образовательного процесса по данной учебной дисциплине студенты должны не только приобрести теоретические и практические знания, умения и навыки по специальности, но и развить свой ценностно-личностный, духовный потенциал, сформировать качества патриота и гражданина, готового к активному участию в экономической, производственной и социально-культурной жизни страны.

В состав учебной работы по дисциплине входят аудиторные занятия и самостоятельная работа студентов в сотрудничестве с преподавателем.

Общее количество часов, количество аудиторных часов, а также распределение аудиторного времени по видам занятий, курсам и семестрам приведено ниже.

### **1. Форма получения высшего образования – дневная полная.**

Курс – 2, семестр – 3, 4.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 270.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 170.

Лекции – 68 часов.

Лабораторные занятия – 34 часа.

Практические занятия – 68 часов.

Самостоятельная работа – 100 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

#### **Распределение учебных часов по семестрам**

Курс – 2.

Семестр – 3.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 130.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 84.

Лекции – 34 часа.

Лабораторные занятия – 16 часов.

Практические занятия – 34 часа.

Самостоятельная работа – 46 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

Курс – 2.

Семестр – 4.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 140.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 86.

Лекции – 34 часа.

Лабораторные занятия – 18 часов.

Практические занятия – 34 часа.

Самостоятельная работа – 54 часа.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

### **2. Форма получения высшего образования – дневная сокращенная.**

Курс – 2.

Семестр – 3.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 270.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 102.

Лекции – 34 часа.

Лабораторные занятия – 18 часов.

Практические занятия – 50 часов.

Самостоятельная работа – 60 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

**3. Форма получения высшего образования – заочная полная.**

Курс – 3.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 270.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 40.

Лекции – 16 часов.

Лабораторные занятия – 8 часов.

Практические занятия – 16 часов.

Самостоятельная работа – 230 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

**4. Форма получения высшего образования – заочная сокращенная.**

Курс – 2.

Общее количество часов по учебной дисциплине – 270.

Всего аудиторных часов по учебной дисциплине – 24.

Лекции – 8 часов.

Лабораторные занятия – 4 часа.

Практические занятия – 12 часов.

Самостоятельная работа – 138 часов.

Рекомендуемая форма промежуточной аттестации – экзамен.

## **2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА**

### **1. Основные понятия и определения**

Задачи курса «Сопротивление материалов» по изучению напряженно деформированного состояния, работоспособности, надежности и долговечности наиболее простых и типичных элементов конструкций, деталей и узлов машин, приборов.

Краткий исторический очерк развития науки. Связь курса с общенаучными, общеинженерными и специальными дисциплинами. Сопротивление материалов, теория упругости и пластичности. Методика решения задач по сопротивлению материалов. Выбор расчетных схем. Понятие об изотропии и анизотропии. Объекты, изучаемые в сопротивлении материалов. Перемещения угловые и линейные. Деформации линейные и угловые. Внешние силы и их классификация. Внешние нагрузки и реакции опор. Нагрузки статические и динамические, постоянные и переменные во времени. Основные допущения, принятые в сопротивлении материалов. Внутренние силы. Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечных сечениях элемента. Классификация типов нагружения по внутренним силовым факторам. Напряжения – полное, нормальное и касательное.

### **2. Механические характеристики материалов**

Механические характеристики современных композиционных материалов. Экспериментальное изучение механических свойств материалов. Испытательные машины и измерительные приборы. Диаграмма растяжения малоуглеродистой стали и ее характерные параметры. Истинная диаграмма напряжения. Характеристики прочности (предел пропорциональности, предел текучести, предел прочности), пластичности (относительное остаточное удлинение, сужение), вязкости (удельная работа по разрыву образца).

Разгрузка и повторное нагружение. Наклеп. Пластическое и хрупкое разрушение материала. Характеристики пластических свойств материалов. Диаграмма сжатия. Влияние температуры и скорости нагружения на механические характеристики материалов. Предельное состояние. Критерии предельного состояния в зависимости от свойств материала, условий работы и назначения конструкции. Расчет по допускаемым напряжениям, разрушающим нагрузкам и предельным состояниям. Коэффициент запаса прочности.

### **3. Растяжение и сжатие**

Центральное растяжение и сжатие прямого стержня. Продольные силы. Построение эпюр продольных сил. Дифференциальные зависимости между продольными силами и нагрузками. Напряжения в поперечных сечениях стержня. Эпюра напряжений. Напряжения в наклонных сечениях. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Перемещения поперечных сечений бруса. Эпюра перемещений. Жесткость при рас-

тяжении и сжатии. Условия прочности и жесткости. Потенциальная энергия упругой деформации.

Типы задач при расчетах на прочность: проверка прочности, подбор сечений и определение допускаемой нагрузки. Расчеты на жесткость. Расчет статически неопределимых систем при растяжении и сжатии – однострержневых и многостержневых. Особенности расчета при действии на стержень нагрузок, температуры, технологических неточностей. Определение напряжений и деформаций при учете собственного веса.

#### **4. Геометрические характеристики плоских сечений**

Статический момент площади. Определение центра тяжести сечения. Осевые, полярный и центробежный моменты инерции сечения. Общие свойства моментов инерции. Изменение моментов инерции при параллельном переносе и повороте осей. Главные оси и главные моменты инерции. Определение положения главных центральных осей и вычисление главных моментов инерции различных сечений. Круг инерции. Моменты инерции простых сечений. Радиусы инерции. Эллипс инерции. Моменты сопротивления.

#### **5. Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности**

Напряженное состояние в точке. Виды напряженного состояния. Линейное напряженное состояние. Плоское напряженное состояние. Закон парности касательных напряжений. Главные площадки и главные напряжения. Экстремальные значения касательных напряжений. Чистый сдвиг. Главные напряжения при чистом сдвиге. Круг напряжений. Понятие об объемном напряженном состоянии. Тензор напряженного состояния. Инварианты напряжений. Исследование часто встречающихся напряженных состояний.

Деформированное состояние в точке. Основные понятия, компоненты деформированного состояния. Главные оси деформированного состояния и главные деформации. Объемная деформация. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия деформации и ее составляющие в общем случае напряженного состояния. Удельная энергия изменения объема и удельная энергия изменения формы.

Определение деформаций с использованием механических тензометров. Основы электротензометрии. Тензорезисторы (датчики омического сопротивления).

Назначение и сущность теорий прочности. Эквивалентное напряженное состояние и эквивалентное напряжение. Хрупкое и вязкое разрушение в зависимости от вида напряженного состояния. Классические теории прочности: теория наибольших нормальных напряжений, теория наибольших относительных удлинений, теория наибольших касательных напряжений, энергетическая теория прочности. Применение классических теорий прочности. Теория прочности Мора и ее практическое применение.

## 6. Сдвиг

Внутренние усилия при деформации сдвига. Закон Гука при сдвиге. Модуль сдвига. Связь между упругими постоянными для изотропного тела. Потенциальная энергия при сдвиге. Чистый сдвиг.

Практические примеры деформации сдвига – расчет заклепочных и болтовых соединений на срез и смятие. Расчет сварных соединений.

## 7. Кручение

Внешние силы, вызывающие кручение прямого бруса. Кручение прямого стержня круглого поперечного сечения. Крутящий момент. Напряжения в поперечном сечении вала. Угол закручивания. Основные допущения. Три вида задач при кручении: определение напряжений или углов закручивания, подбор сечений и вычисление допускаемого крутящего момента по прочности и жесткости. Главные напряжения. Потенциальная энергия упругой деформации при кручении. Расчет на прочность и жесткость вала круглого и кольцевого поперечного сечения. Расчет валов по заданной мощности и частоте вращения. Статически неопределимые задачи на кручение. Основные результаты теории кручения стержня некруглого поперечного сечения. Расчет цилиндрических винтовых пружин с малым шагом витков.

## 8. Изгиб

Общие сведения об изгибе балок. Виды изгиба. Допущения. Чистый изгиб. Поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр  $Q$  и  $M$ . Дифференциальные зависимости при изгибе. Контроль правильности построения эпюр. Распространение выводов чистого изгиба на поперечный изгиб.

Нормальные и касательные напряжения при изгибе. Эпюры напряжений. Условия прочности при изгибе по нормальным и касательным напряжениям. Рациональные формы поперечного сечения балок. Главные напряжения при изгибе.

Деформации при изгибе. Угол поворота и прогиб сечения. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Способы определения перемещений при изгибе – интегрирование дифференциального уравнения, универсальные уравнения метода начальных параметров, графоаналитический способ.

Балки переменного сечения. Определение деформаций.

Расчет статически неопределимых балок. Основная система. Расчетные уравнения. Теорема о трех моментах. Способ сравнения деформаций.

## 9. Перемещения в упругой системе при произвольной нагрузке

Понятие об упругом основании. Дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании. Метод начальных параметров. Определение прогиба и угла закручивания балки от произвольной нагрузки при помощи интеграла Мора. Опреде-

ление прогиба и угла закручивания балки от произвольной нагрузки при помощи способа Верещагина.

## 10. Сложное нагружение

Особенности расчета брусьев при сложном нагружении. Косой изгиб, основные понятия. Нормальные напряжения в поперечных сечениях бруса. Нахождение опасного сечения. Положение нейтральной оси и опасных точек в поперечном сечении. Условие прочности. Определение размеров поперечного сечения бруса. Перемещения при косом изгибе.

Внецентренное растяжение и сжатие стержня. Нормальные напряжения в поперечных сечениях стержня. Нейтральная линия: уравнение, свойства. Положение опасных точек. Условие прочности. Понятие о ядре сечения при внецентренном растяжении (сжатии).

Изгиб с кручением вала круглого поперечного сечения. Эпюры внутренних усилий. Расчеты на прочность с использованием 3-й и 4-й теорий прочности. Внутренние усилия и их эпюры в плоских и пространственных ломаных брусках. Принципы расчета на прочность и жесткость.

## 11. Продольный изгиб прямых стержней

Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия упругих тел. Устойчивость прямолинейной формы сжатых стержней. Критическая сила. Формула Эйлера. Влияние закрепления концов стержня на величину критической силы. Пределы применимости формулы Эйлера. Потеря устойчивости при напряжениях, превышающих предел пропорциональности, формула Ясинского. Расчет на устойчивость по коэффициенту снижения допускаемых напряжений. График критических напряжений в зависимости от гибкости стержня. Понятие о расчете составных стержней.

Условие устойчивости сжатых стержней. Практические расчеты стержней на устойчивость. Выбор материалов и рациональной формы поперечных сечений для сжатых стержней.

## 12. Динамические нагружения

Виды динамических нагрузок. Динамические нагрузки, вызывающие движение тела с ускорением. Учет сил инерции. Принцип Даламбера. Критическая скорость вращения вала. Элементарная теория удара. Динамический коэффициент. Анализ формулы динамического коэффициента. Продольный и поперечный удар. Удар при кручении. Защита приборов и оборудования от удара.

Определение напряжений и деформаций при ударном воздействии. Условие прочности и жесткости при ударе. Рекомендации по проектированию элементов инженерных сооружений и строительных конструкций в условиях динамического нагружения.

### 3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА

#### 3.1. Форма получения высшего образования: *дневная полная*

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе				Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия			
<b>2-й курс 3-й семестр</b>									
1	Основные понятия и определения	8	4		4		4	Опрос	
2	Механические характеристики материалов	6	2	2	2		4	ЛР	
3	Растяжение и сжатие	26	8	10	8		14	ЛР, КР	
4	Геометрические характеристики плоских сечений	18	8	2	8		8	ЛР, КР	
5	Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	8	4		4		4	Опрос	
6	Сдвиг	8	4		4		6	Опрос	
7	Кручение	10	4	2	4		6	ЛР, КР	
<b>ИТОГО</b>		<b>84</b>	<b>34</b>	<b>16</b>	<b>34</b>		<b>46</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>2-й курс 4-й семестр</b>									
8	Изгиб	24	10	4	10		14	ЛР, КР	
9	Перемещения в упругой системе при произвольной нагрузке	20	10		10		12	ЛР, КР	
10	Сложное нагружение	18	6	6	6		12	ЛР, КР	
11	Продольный изгиб прямых стержней	12	4	4	4		8	ЛР, КР	
12	Динамические нагружения	12	4	4	4		8	ЛР, Опрос	
<b>ИТОГО</b>		<b>86</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>34</b>		<b>54</b>	<b>Экзамен</b>	
<b>ВСЕГО</b>		<b>170</b>	<b>68</b>	<b>34</b>	<b>68</b>		<b>100</b>		

Примечание: КР – сдача контрольной работы; ЛР – защита лабораторной работы.

### 3.2. Форма получения высшего образования: *дневная сокращенная*

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе				Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия			
<b>2-й курс 3-й семестр</b>									
1	Основные понятия и определения	2	2				2	Опрос	
2	Механические характеристики материалов	4	2	2			2	ЛР	
3	Растяжение и сжатие	18	4	6	8		10	ЛР, КР	
4	Геометрические характеристики плоских сечений	12	4		8		10	КР	
5	Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности	4	2		2		2	Опрос	
6	Сдвиг	4	2		2		2	Опрос	
7	Кручение	6	2	2	2		2	ЛР, КР	
8	Изгиб	16	6	2	8		10	ЛР, КР	
9	Перемещения в упругой системе при произвольной нагрузке	10	2		8		10	Опрос	
10	Сложное нагружение	10	4	2	4		4	ЛР, КР	
11	Продольный изгиб прямых стержней	8	2	2	4		4	ЛР, КР	
12	Динамические нагружения	8	2	2	4		2	ЛР, Опрос	
<b>ИТОГО</b>		<b>102</b>	<b>34</b>	<b>18</b>	<b>50</b>		<b>60</b>	<b>Эк- за- мен</b>	

Примечание: КР – сдача контрольной работы; ЛР – защита лабораторной работы.

### 3.3. Форма получения высшего образования: заочная полная

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе				Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия			
1	Основные понятия и определения	2	2				8	Опрос	
2	Механические характеристики материалов	2		2			12	Опрос ЛР	
3	Растяжение и сжатие	8	2	4	2		30	КР, ЛР	
4	Геометрические характеристики плоских сечений	6	2		4		26	КР	
5	Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности						18	Опрос	
6	Сдвиг						18	Опрос	
7	Кручение	6	2	2	2		22	ЛР, КР	
8	Изгиб	6	2		4		24	КР	
9	Перемещения в упругой системе при произвольной нагрузке						18	Опрос	
10	Сложное нагружение	4	2		2		24	КР	
11	Продольный изгиб прямых стержней	4	2		2		12	КР	
12	Динамические нагружения	2	2				18	КР	
<b>ИТОГО</b>		<b>40</b>	<b>16</b>	<b>8</b>	<b>16</b>		<b>230</b>	<b>Эк- за- мен</b>	

Примечание: КР – сдача контрольной работы; ЛР – защита лабораторной работы.

### 3.4. Форма получения высшего образования: заочная сокращенная

№ п/п	Название раздела, темы	Всего аудиторных часов	В том числе				Количество часов СР	Форма контроля знаний	Иное
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинарские занятия			
1	Основные понятия и определения						4	Опрос	
2	Механические характеристики материалов						4	Опрос	
3	Растяжение и сжатие	8	2	4	2		20	КР, ЛР	
4	Геометрические характеристики плоских сечений	4	2		2		16	КР	
5	Теория напряженного и деформированного состояния. Теории прочности						8	Опрос	
6	Сдвиг						8	Опрос	
7	Кручение	2			2		4	КР	
8	Изгиб	4	2		2		24	КР	
9	Перемещения в упругой системе при произвольной нагрузке						16	Опрос	
10	Сложное нагружение	2			2		14	КР	
11	Продольный изгиб прямых стержней	4	2		2		12	КР	
12	Динамические нагружения						8	КР	
<b>ИТОГО</b>		<b>24</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>		<b>138</b>	<b>Эк- за- мен</b>	

Примечание: КР – сдача контрольной работы; ЛР – защита лабораторной работы.

## 4. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Литература

#### Основная

1. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Выш. шк., 2007. – 797 с.: ил.
2. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов / В. И. Феодосьев. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999. – 620 с.
3. Афанасенко, Е. В. Механика материалов: учебник / Е. В. Афанасенко, М. В. Нестеров, В. Н. Основин. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 492 с.

#### Дополнительная

1. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов: учебник для втузов / В. И. Феодосьев. – 9-е изд. перераб. – Москва: Наука, 1986. – 512 с.
2. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: учебник / М. Д. Подскребко. – Минск: Дизайн ПРО, 1998. – 552 с.: ил.
3. Подскребко, М. Д. Сопротивление материалов: лаб. пр.: учеб. пособие / М. Д. Подскребко, О. И. Мисуно, С. А. Легенький. – Минск: Амалфея, 2001. – 272 с.
4. Сборник задач по сопротивлению материалов / Н. М. Беляев [и др.]; под ред. В. К. Качурина. – Москва: Гл. ред. физ.-мат. лит. изд-ва «Наука», 1970. – 432 с.
5. Сборник задач по курсу «Механика материалов и конструкций» / Л. С. Минин, Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. Е. Хроматов. – Москва: МЭИ, 1998. – 303 с.
6. Винокуров, Е. Ф. Сопротивление материалов: расчетно-проектировочные работы: учеб. пособие для вузов / Е. Ф. Винокуров, А. Г. Петрович, Л. И. Шевчук. – Минск: Выш. шк., 1987. – 227 с.: ил.
7. Дарков, А. В. Сопротивление материалов: учебник для техн. вузов / А. В. Дарков, Г. С. Шпиро. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высш. шк., 1989. – 624 с.: ил.
8. Справочник по сопротивлению материалов: / Е. Ф. Винокуров [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1988. – 464 с.
9. Тимошенко, С. П. Механика материалов: учеб. пособие / С. П. Тимошенко, Дж. Гере. – 3-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2002. – 672 с.

### 4.2. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов (СРС) наряду с аудиторной составляет одну из форм учебного процесса и является существенной его частью. Самостоятельная работа – это планируемая работа студентов, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя.

Контроль за качеством самостоятельной работы студентов осуществляется путем выполнения индивидуального задания.

### 4.3. Перечень рекомендуемых средств диагностики компетенций

Оценка учебной деятельности студентов производится на экзамене по десятибалльной шкале.

Для аттестации студентов на соответствие их персональных достижений поэтапным и конечным требованиям программы создаются фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тематику рефератов.

Оценочными средствами предусматривается оценка способности студентов к творческой деятельности, их готовности вести поиск решения новых задач, связанных с неточностью конкретных специальных знаний и отсутствием общепринятых алгоритмов.

Для диагностики компетенций могут использоваться следующие формы: устная, письменная и устно-письменная.

К устной форме диагностики компетенций относится устный экзамен.

К письменной форме диагностики компетенций относятся: контрольные работы; рефераты; письменный экзамен; решение тестовых заданий.

К устно-письменной форме диагностики компетенций относятся: отчеты по аудиторным и домашним практическим упражнениям с их устной защитой, отчеты по лабораторным работам с их устной защитой, экзамен.

Форму диагностики компетенций устанавливает кафедра.

### 4.4. Примерный перечень практических занятий

1. Центральное растяжение-сжатие. Метод сечений. Построение эпюр продольных сил, нормальных напряжений и перемещений. Статически определимые и статически неопределимые системы. Расчеты на прочность и жесткость.

2. Определение центра тяжести составных сечений, статических моментов площади, моментов инерции, радиусов инерции и моментов сопротивления. Построение эллипса инерции и круга Мора.

3. Напряженное состояние в точке – линейное, плоское, объемное. Обобщенный закон Гука. Теории прочности.

4. Сдвиг. Расчет болтовых и заклепочных соединений. Расчет сварных соединений.

5. Кручение. Расчеты на прочность и жесткость. Расчет статически неопределимых валов. Расчет цилиндрических пружин.

6. Изгиб. Построение эпюр поперечных сил и изгибающих моментов.

7. Распределение нормальных и касательных напряжений по сечению балки. Расчеты на прочность при изгибе.

8. Деформации при изгибе. Расчеты на жесткость при изгибе. Определение перемещений методом непосредственного интегрирования.

9. Определение деформаций балки по универсальному уравнению метода начальных параметров и графоаналитическим способом.

10. Расчет статически неопределимых балок способом сравнения деформаций и с помощью теоремы трех моментов.

11. Сложное нагружение. Изгиб с кручением. Изгиб с растяжением (сжатием). Косой изгиб. Внецентренное действие нагрузки.

12. Устойчивость сжатых стержней. Формулы Эйлера и Ясинского. Подбор поперечных сечений сжатых стержней по коэффициенту снижения допускаемых напряжений.

13. Динамические нагрузки. Учет сил инерции. Расчет на удар при растяжении-сжатии, изгибающий удар.

#### **4.5. Примерный перечень лабораторных работ**

На лабораторных занятиях студенты осваивают методы экспериментального исследования деформаций и напряжений, практически проверяют основные положения теории. Примерная тематика лабораторных работ:

1. Испытание стального образца на растяжение.
2. Испытание стального образца на сжатие.
3. Испытание титанового образца на растяжение.
4. Испытание чугунного образца на сжатие.
5. Испытание деревянного образца на сжатие.
6. Определение модуля упругости и коэффициента Пуассона.
7. Геометрические характеристики составных сечений из прокатных элементов. Построение эллипса инерции в графической программе КОМПАС.
8. Испытание валов на кручение с определением модуля упругости при сдвиге.
9. Испытание стальной балки на поперечный изгиб.
10. Испытание стальной балки на чистый изгиб.
11. Внецентренное сжатие стального стержня.
12. Внецентренное растяжение стального стержня.
13. Испытание балки на косоу изгиб.
14. Исследование явления потери устойчивости при сжатии стержня большой гибкости.
15. Исследование продольно-поперечного изгиба стержня большой гибкости.
16. Определение ударной вязкости металлического образца.
17. Испытание балки на ударную нагрузку.

#### **4.6. Примерная тематика расчетно-графических заданий**

1. Расчет на растяжение и сжатие одностержневых систем.
2. Расчет на растяжение и сжатие многостержневых статически неопределимых систем.
3. Исследование геометрических характеристик поперечного сечения бруса.
4. Расчет статически определимых балок и рам (построение эпюр, подбор сечений и нахождение перемещений).
5. Определение деформаций статически определимых балок при изгибе.
6. Расчет статически неопределимой балки при изгибе.
7. Расчет составной стойки при продольном изгибе.

#### 8. Расчет элементов конструкций на ударную нагрузку.

По усмотрению преподавателя студенты в процессе изучения дисциплины выполняют шесть самостоятельных домашних расчетно-графических заданий. Тематика домашних заданий для самостоятельного выполнения определяется ведущим преподавателем, исходя из их примерного перечня.

#### 4.7. Рекомендуемые формы и методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

- элементы проблемного обучения (проблемное изложение, вариативное изложение, частично-поисковый метод) с использованием опорных сигналов, реализуемые на лекционных занятиях;
- элементы учебно-исследовательской деятельности, реализация творческого подхода, реализуемые на лабораторно-практических занятиях и при самостоятельной работе студентов;
- проектные технологии, используемые при расчетах конкретных инженерных сооружений или строительных конструкций, реализуемые при выполнении домашних расчетно-графических заданий.

#### 4.8. Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов

Экзаменационные билеты состоят из двух теоретических вопросов и одной задачи. Оценка знаний студента осуществляется путем суммирования баллов, заработанных студентом при ответе на каждый вопрос и при решении задачи. За неполное соответствие каждому из нижеперечисленных требований в ответах снимаются баллы в зависимости от уровня несоответствия требованиям, определяемого экзаменатором.

**Требования** к знаниям и умениям по теоретическим вопросам экзаменационного задания (в баллах в зависимости от трудоемкости):

1. Ответ на теоретический вопрос:
  - приведены основные термины и определения по теме вопроса – 1 балл;
  - объяснена суть работы и расчета строительных конструкций либо инженерных сооружений – 1 балл;
  - приведены основные формулы и раскрыты их составляющие – 1 балл.
2. Решение задачи:
  - составлены требуемые расчетные схемы для решения задачи – 1 балл;
  - приведены основные формулы, необходимые для решения задачи – 1 балл;
  - представлены расчеты по основным формулам, необходимым для решения задачи – 1 балл;
  - получен правильный ответ по результату решения задачи, приведены аргументированные выводы – 1 балл.

## ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу, (с указанием даты и номера протокола)
Строительная механика	Кафедра сельского строительства и обустройства территорий		
Гидротехнические сооружения	Кафедра гидротехнических сооружений и водоснабжения		

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО**  
на \_\_\_\_ / \_\_\_\_ учебный год

№ п. п.	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры  
\_\_\_\_\_ (название кафедры) (протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 202\_ г.)

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И. О. Фамилия)

**УТВЕРЖДАЮ**  
Декан мелиоративно-строительного  
факультета

\_\_\_\_\_ (ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_ (подпись)

\_\_\_\_\_ (И. О. Фамилия)