

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

Инженерный факультет  
Кафедра энергетических средств и технического сервиса

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**СОПРОТИВЛЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

Направление подготовки	35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств
Профиль подготовки	Лесоинженерное дело
Квалификация (степень) выпускника	Бакалавр

Вологда – Молочное  
2023

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств, профиль Лесоинженерное дело.

Разработчик, ст. преподаватель Гайдидей С.В.

Программа одобрена на заседании кафедры лесного хозяйства от 17.01. 2023 года, протокол № 4.

Заведующий кафедрой лесного хозяйства д.с.-х.н. профессор Дружинин Ф. Н.

Рабочая программа дисциплины согласована и утверждена на заседании методической комиссии факультета агрономии и лесного хозяйства от 16.02. 2023 года, протокол №6.

Председатель методической комиссии, к.с.-х.н., доцент Демидова А. И.

## 1. Цели и задачи дисциплины

**Цели** преподавания дисциплины:

- получение знаний об основах работы деформируемого тела;
- приобретение навыков оценки напряженного состояния элементов конструкций при различном нагружении;
- получение навыков выполнения прикладных инженерных расчетов.

**Задачи дисциплины:**

- освоение знаний основ работы деформируемого тела;
- изучение алгоритмов решения задач оценки напряженного состояния;
- получение навыков выбора расчетных схем, формулирования и решения задач работы элементов конструкции;
- развитие навыков самостоятельной работы с учебной и технической литературой по вопросам расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.

## 2. Место учебной дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина «Сопротивление материалов» относится к обязательной части Блока 1. Дисциплины (модули) основной образовательной программы высшего образования (ООП ВО) по направлению подготовки 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств». Индекс дисциплины по учебному плану: Б1.О.12.02.

К числу входных знаний, навыков и компетенций студента, приступающего к изучению дисциплины «Сопротивление материалов», должно относиться следующее:

- владение культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения;
- владение основными понятиями физики, математики, теоретической механики;
- умение логически мыслить.

Освоение учебной дисциплины «Сопротивление материалов» базируется на знаниях и умениях, полученных студентами при изучении таких дисциплин как:

- математика;
- физика;
- материаловедение и технология конструкционных материалов;
- теоретическая механика.

Знания, умения и навыки, формируемые данной дисциплиной, необходимы для изучения сопутствующих и последующих дисциплин:

- детали машин;
- машины лесосечных работ;
- транспорт леса;
- дорожно-строительные материалы и машины;
- подъемно-транспортные машины и механизмы лесопромышленного комплекса.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять	ИД-1ук-1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи ИД-2ук-1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи ИД-3ук-1. Рассматривает возможные варианты решения зада-

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
системный подход для решения поставленных задач.	чи, оценивая их достоинства и недостатки ИД-4ук-1 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности ИД-5ук-1 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи
ОПК-1. Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-1 опк-1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-2 опк-1 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-3 опк-1 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины
ОПК-5. Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности	ИД-1 опк-5 Знает методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-2 опк-5 Умеет выбирать современные методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-3 опк-5 Владеет способностью проводить измерения, испытания и контроль технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Общий объем дисциплины составляет 4 зачетных единицы.

##### 4.1. Структура дисциплины

Вид учебной нагрузки	Всего очно (3 семестр)	Всего заочно (2 курс, летняя сессия)
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>68</b>	<b>24</b>
<i>В том числе:</i>		
Лекции	34	8
Лабораторные работы	17	8
Практические занятия	17	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>67</b>	<b>111</b>
Вид промежуточной аттестации	экзамен	экзамен
Часы	9	9
Общая трудоёмкость, часы	144	144
Зачётные единицы	4	4

##### 4.2. Содержание разделов дисциплины

*Раздел 1. Введение*

Основные понятия, задачи и методы сопротивления материалов. Реальный объект и расчетная схема. Силы внешние и внутренние. Метод сечений. Перемещения, деформации и напряжения. Общие гипотезы сопротивления материалов. Принципы расчета элементов конструкций на прочность и жесткость.

### **Раздел 2.** Геометрические характеристики плоских сечений

Статические моменты. Моменты инерций: осевой, полярный, центробежный. Теоремы о моментах инерции. Моменты инерции простейших фигур. Поворот осей. Зависимости между моментами инерции при преобразовании координат. Главные оси и главные моменты инерции сечения.

### **Раздел 3.** Растяжение и сжатие

Определение продольных сил и нормальных напряжений в различных сечениях стержня. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. Модуль продольной упругости. Условия прочности и жесткости.

Экспериментальное изучение растяжения-сжатия. Диаграмма растяжения. Пределы пропорциональности, текучести, прочности. Пластичность, хрупкость. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Расчет деталей на растяжение.

Напряжения в наклонных сечениях. Учет собственного веса при растяжении-сжатии. Брус равного сопротивления. Понятие о статически определимых и неопределимых системах. Особенности статически неопределимых систем.

### **Раздел 4.** Плоский изгиб балки

Чистый и поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы: поперечные силы и изгибающие моменты. Построение эпюр  $Q$  и  $M$  для простейших схем балок. Составление эпюр  $Q$  и  $M$  по участкам. Определение опорных реакций и построение эпюр  $Q$  и  $M$  для балок.

Напряжения при чистом и поперечном изгибе. Закон Гука. Формулы жесткости. Три вида расчетов на изгиб. Момент сопротивления.

Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Перемещения при изгибе. Дифференциальные уравнения кривизны, угла наклона и прогиба балки. Граничные условия. Универсальное уравнение изогнутой оси балки.

Балки с несколькими участками. Правило Клебша. Способ отбрасывания консоли. Построение упругой линии балки. Проектировочный расчет при изгибе.

Определение перемещений для консольных балок. Балки переменного сечения. Составные балки. Срезающее усилие.

### **Раздел 5.** Сдвиг. Кручение

Чистый сдвиг и его особенности. Закон Гука при сдвиге. Закон парности касательных напряжений. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Полярный момент сопротивления. Угол закручивания и угол сдвига. Расчет валов на прочность. Построение эпюр  $M_{кр}$  и касательных напряжений.

Особенности расчета стержней с некруглым поперечным сечением. Напряжения и деформации при кручении тонкостенных стержней открытого и закрытого профиля.

### **Раздел 6.** Основы теории напряженного и деформированного состояния

Напряженное состояние в точке. Главные площадки и главные напряжения.

Потенциальная энергия упругих деформаций при сложном напряженном состоянии.

Гипотезы прочности при сложном напряженном состоянии в точке.

### **Раздел 7.** Сложное сопротивление

Изгиб с кручением. Определение напряженного состояния в опасных точках сечения. Определение эквивалентных (приведенных) напряжений по одной из гипотез прочности.

Косой изгиб (неплоский). Определение нормальных напряжений и положения нейтрального слоя. Условия прочности. Определение перемещений.

Внецентренное растяжение-сжатие. Определение напряжений и положения нейтрального слоя. Условия прочности. Радиус инерции. Ядро сечения.

**Раздел 8.** Продольный изгиб. Стержневые системы

Продольный изгиб. Понятие об устойчивости. Критическая нагрузка. Формула Эйлера. Влияние способа закрепления концов стержня. Формула Ясинского. Обобщенный метод. Критические напряжения. Расчет на продольный изгиб. Способ последовательного приближения.

Стержневые системы. Рама. Ферма. Диаграмма Максвелла-Кремоны. Расчет статически определимой фермы.

**Раздел 9.** Методы определения перемещений

Теорема о взаимности работ. Теорема Кастильяно. Метод Мора для определения перемещений. Способ Верещагина (метод единичных сил), применяемый для определения перемещений.

**Раздел 10.** Расчет статически неопределимых систем

Статически неопределимые балки. Аналитический способ. Способ сравнения деформаций.

Неразрезные балки. Теорема трех моментов. Метод фиктивной балки.

Статически определимые рамы. Построение эпюр  $Q$  и  $M$  и определение перемещений для рам по способу Верещагина.

Статически неопределимые рамы. Расчет статически неопределимых стержневых систем сил. Выбор основной системы, канонические уравнения перемещений, подбор сечения.

**Раздел 11.** Динамическое действие нагрузки

Расчеты на прочность при динамических нагрузках. Расчеты на прочность при ударных нагрузках. Усталость материалов. Вопросы надежности и долговечности при расчетах деталей.

**4.3. Разделы дисциплины и вид занятий**

№№ п/п	Раздел дисциплины	Лекции	ЛЗ	ПЗ	СРС	Всего
1	Введение	2	–	–	4	6
2	Геометрические характеристики плоских сечений	2	–	4	8	14
3	Растяжение и сжатие	4	6	4	8	22
4	Плоский изгиб балки	4	4	4	10	22
5	Сдвиг. Кручение.	2	2	2	4	10
6	Основы теории напряженного и деформированного состояния	4	–	–	4	8
7	Сложное сопротивление	4	2	3	8	17
8	Продольный изгиб. Стержневые системы	4	2	–	6	12
9	Методы определения перемещений	2	–	–	5	7
10	Расчет статически неопределимых систем	4	–	–	5	9
11	Динамическое действие нагрузки	2	1	–	5	8
<b>Всего</b>		<b>34</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>67</b>	<b>135</b>

ЛЗ – лабораторные занятия

ПЗ – практические занятия

СРС – самостоятельная работа студента

**5. Матрица формирования компетенций по дисциплине**

№ п.п.	Раздел дисциплины	Универсальные компетенции	Общепрофессиональные компетенции	Общее количество компетенций
--------	-------------------	---------------------------	----------------------------------	------------------------------

		УК-1	ОПК-1	ОПК-5	
1	Введение	+			1
2	Геометрические характеристики плоских сечений	+	+		2
3	Растяжение и сжатие	+	+	+	3
4	Плоский изгиб балки	+	+	+	3
5	Сдвиг. Кручение.	+	+	+	3
6	Основы теории напряженного и деформированного состояния	+			1
7	Сложное сопротивление	+	+	+	3
8	Продольный изгиб. Стержневые системы	+	+	+	3
9	Методы определения перемещений	+			1
10	Расчет статически неопределимых систем	+			1
11	Динамическое действие нагрузки	+		+	2

## 6. Образовательные технологии

Объем аудиторных занятий всего – 68 часов, в том числе лекции – 34 часа, лабораторные занятия – 17 часов, практические занятия – 17 часов.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивной форме, – 75 % от объема аудиторных занятий.

Семестр	Вид занятия	Наименование темы	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
3	Лекция	Введение	Лекция-визуализация	2
3	Лекция	Геометрические характеристики плоских сечений	Лекция-визуализация	2
3	Лекция	Растяжение и сжатие	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Плоский изгиб балки	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Сдвиг. Кручение.	Лекция-визуализация	2
3	Лекция	Основы теории напряженного и деформированного состояния	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Сложное сопротивление	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Продольный изгиб. Стержневые системы	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Методы определения перемещений	Лекция-визуализация	2
3	Лекция	Расчет статически неопределимых систем	Лекция-визуализация	4
3	Лекция	Динамическое действие нагрузки	Лекция-визуализация	2
3	ЛЗ	Закон Гука и определение модуля продольной упругости.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Изучение диаграммы растяжения стали. Определение механических характеристик стали.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Изучение деформации сжатия.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Определение прогибов и углов поворота балки на двух опорах.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Определение прогибов балки, защемленной одним концом	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Изучение деформации кручения стального стержня круглого сечения	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Определение прогибов при косом изгибе.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Определение величины критической силы при продольном изгибе в упругой стадии.	Лабораторная работа	2
3	ЛЗ	Определение ударной вязкости при изломе образцов с надрезом (ударная проба).	Лабораторная работа	1
Итого:				51

## **7. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины**

### **7.1. Виды самостоятельной работы, порядок их выполнения и контроля**

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

- освоение теоретического курса по всем разделам дисциплины;
- подготовка к лабораторным и практическим занятиям (освоение теоретических основ, оформление письменного отчета, решение задач по теме);
- выполнение индивидуальных заданий (расчетно-графических работ) по основным разделам дисциплины.

Для самостоятельной работы студентов разработаны следующие учебно-методические пособия:

1. Сопротивление материалов: Методические указания и задания для контрольных работ / Сост. С.В. Гайдидей, Ю.В. Виноградова. – Вологда – Молочное: ИЦ Вологодской ГМХА, 2019.

2. Сопротивление материалов: Методические указания и задания для контрольных работ / Сост. В.Н. Туваев, Ю.В. Виноградова, С.В. Гайдидей. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2015.

3. Сопротивление материалов: Практикум / В.Н. Туваев, Ю.В. Виноградова, С.В. Гайдидей. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2015.

4. Сопротивление материалов: Рабочая тетрадь для лабораторных работ / Сост. В.Н. Туваев, Ю.Ю. Пустынная. Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013.

Тематика расчетно-графических работ:

1. Определение положения главных осей и главных моментов сложной фигуры.
2. Определение грузоподъемности статически неопределимой шарнирно-стержневой системы при растяжении-сжатии.
3. Проектировочный расчет балки на изгиб.
4. Проектировочный расчет вала.

Для контроля текущей успеваемости студента проводится:

- проверка рабочей тетради для лабораторных работ студента (письменный отчет и обязательная его защита);
- проверка и защита индивидуальных заданий;
- текущая проверка знаний.

### **7.2. Контрольные вопросы для самопроверки**

#### **Раздел 1. Введение**

1.1. Задачи, цель и предмет курса. 1.2. Классификация форм твердых тел. 1.3. Классификация внешних усилий. 1.4. Гипотезы о структуре и деформационных свойствах твердых тел. 1.5. Принципы. 1.6. Внутренние усилия. Метод сечений. 1.7. Напряжения. 1.8. Деформации и перемещения.

#### **Раздел 2. Геометрические характеристики плоских сечений**

2.1. Понятие о геометрических характеристиках. 2.2. Центр тяжести сечения. 2.3. Статический момент площади сечения. 2.4. Моменты инерции сечения: осевой, центробежный, полярный. 2.5 Момент сопротивления сечения. 2.6. Изменение геометрических характеристик при параллельном переносе координатных осей. 2.7. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. 2.8. Главные центральные оси. 2.9. Главные центральные моменты инерции.

#### **Раздел 3. Растяжение и сжатие**



3.1. Продольные силы и их эпюры. 3.2. Нормальные напряжения. 3.3. Деформации. Удлинение (укорочение). Изменение поперечных размеров. 3.4. Закон Гука. Коэффициент Пуассона. 3.5. Перемещения. 3.6. Напряжения на наклонных площадках. 3.7. Допускаемое напряжение. Условие прочности. 3.8. Типы расчетов на прочность. 3.9. Методика расчета статически неопределимых систем. 3.10. Учет собственного веса.

#### **Раздел 4.** Плоский поперечный изгиб

4.1. Внутренние усилия в балках. 4.2. Дифференциальная зависимость между  $Q$  и  $M$ . 4.3. Эпюры внутренних усилий в балках и методика их построения. 4.4. Эпюры внутренних усилий в рамах и методика их построения. 4.5. Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности. 4.6. Касательные напряжения при изгибе. Условие прочности. 4.7. Перемещения при изгибе. Основное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. 4.8. Метод непосредственного интегрирования. 4.9. Метод начальных параметров. 4.10. Напряженное состояние в точках сечения балки. 4.11. Полный расчет балок на прочность.

#### **Раздел 5.** Сдвиг. Кручение

5.1. Понятие сдвига. Закон Гука. Условие прочности. 5.2. Эпюра крутящих моментов. 5.3. Напряжения в сечении вала с круглым поперечным сечением. Условие прочности. 5.4. Закон Гука. Условие жесткости. 5.5. Расчет статически неопределимых валов. 5.6. Кручение валов, имеющих некруглое поперечное сечение. 5.7. Эпюры касательных напряжений в сечении вала, имеющего форму прямоугольника.

#### **Раздел 6.** Основы теории напряженного и деформированного состояний

6.1. Напряжения в точке. Закон парности касательных напряжений. 6.2. Напряжения на площадке общего положения. 6.2. Главные оси. Главные напряжения. 6.4. Инварианты напряженного состояния. 6.5. Виды напряженных состояний. 6.6. Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи. 6.7. Деформированное состояние в точке. 6.8. Обобщенный закон Гука. 6.9. Относительное изменение объема. 6.10. Удельная потенциальная энергия деформирования. 6.11. Удельные потенциальные энергии изменения объема и формы. 6.12. Необходимость и сущность гипотез прочности. 6.13. Гипотеза наибольших нормальных напряжений. 6.14. Гипотеза наибольших линейных деформаций. 6.15. Гипотеза наибольших касательных напряжений. 6.16. Энергетическая гипотеза. 6.17. Обобщенная гипотеза Мора

#### **Раздел 7.** Сложное сопротивление

7.1. Косой изгиб: внутренние усилия, нормальные напряжения, нейтральная линия, условие прочности, касательные напряжения, условие прочности, перемещения. 7.2. Изгиб с растяжением (сжатием): общий случай, внутренние усилия, условия прочности. 7.3. Внецентренное растяжение (сжатие): нормальные напряжения, нейтральная линия, условие прочности; ядро сечения. 7.4. Изгиб с кручением: расчет стержня с круглым поперечным сечением, условия прочности; расчет стержня с прямоугольным поперечным сечением, условия прочности. 7.5. Расчет пространственного стержня.

#### **Раздел 8.** Продольный изгиб. Устойчивость механических конструкций

8.1. Понятие устойчивого равновесия, критической силы. 8.2. Решение Л. Эйлера. 8.3. Влияние условий закрепления концов стержней на величину критической силы. 8.4. Зависимость « $\sigma_k - \lambda$ ». 8.5. Методика расчета сжатых стержней на устойчивость.

#### **Раздел 9.** Методы определения перемещений

9.1. Понятие обобщенных сил и перемещений. 9.2. Работа внешних и внутренних усилий. 9.3. Применение принципа возможных перемещений в упругих системах. 9.4. Теоремы о взаимности работ и перемещений. 9.5. Определение перемещений по методу Мора. 9.6. Графоаналитический способ Верещагина.

#### **Раздел 10.** Расчет статически неопределимых систем

10.1. Степень статической неопределимости. 10.2. Метод сил: основная система, эквивалентная система. 10.3. Канонические уравнения метода сил. 10.4. Методика расчета статически неопределимых систем методом сил.

#### **Раздел 11.** Динамическое действие нагрузок

11.1. Учет сил инерции: равноускоренное движение прямолинейного стержня. 11.2. Методика расчета на удар (энергетический подход). 11.3. Продольный удар. 11.4. Удар при кручении. 11.5. Поперечный удар. 11.6. Учет масс соударяемых тел. 11.7. Классификация механических колебаний. 11.8. Усилия в колебательной системе. 11.9. Свободные колебания систем с одной степенью свободы без учета сил сопротивления и с учетом сил сопротивления. 11.10. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без учета сил сопротивления и с учетом сил сопротивления. Коэффициент динамичности. Условия прочности.

### 7.3. Вопросы для экзамена

1. Задачи, цель и предмет курса. Классификация форм твердых тел.
2. Классификация внешних усилий. Гипотезы о структуре и деформационных свойствах твердых тел.
3. Внутренние усилия. Метод сечений.
4. Напряжения. Деформации и перемещения.
5. Понятие о геометрических характеристиках. Центр тяжести сечения. Статический момент площади сечения.
6. Моменты инерции сечения: осевой, центробежный, полярный. Момент сопротивления сечения.
7. Изменение геометрических характеристик при параллельном переносе координатных осей.
8. Изменение моментов инерции при повороте координатных осей. Главные центральные оси. Главные центральные моменты инерции.
9. Продольные силы и нормальные напряжения.
10. Удлинение (укорочение) стержня. Изменение поперечных размеров. Закон Гука. Коэффициент Пуассона.
11. Напряжения на наклонных площадках.
12. Допускаемое напряжение. Условие прочности. Типы расчетов на прочность.
13. Методика расчета статически неопределимых систем.
14. Учет собственного веса при растяжении (сжатии).
15. Внутренние силовые факторы: поперечные силы и изгибающие моменты.
16. Дифференциальная зависимость между  $Q$  и  $M$ .
17. Эпюры внутренних усилий в балках и методика их построения.
18. Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности.
19. Касательные напряжения при изгибе. Условие прочности.
20. Перемещения при изгибе. Основное дифференциальное уравнение изогнутой оси балки.
21. Метод непосредственного интегрирования. Метод начальных параметров.
22. Напряженное состояние в точках сечения балки.
23. Полный расчет балок на прочность.
24. Понятие сдвига. Закон Гука. Условие прочности.
25. Крутящий момент и его определение.
26. Напряжения в сечении вала с круглым поперечным сечением. Условие прочности.
27. Закон Гука. Условие жесткости.
28. Кручение валов, имеющих некруглое поперечное сечение. Эпюры касательных напряжений в сечении вала, имеющего форму прямоугольника.
29. Напряжения в точке. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на площадке общего положения.
30. Главные оси. Главные напряжения.
31. Инварианты напряженного состояния.

32. Плоское напряженное состояние. Прямая и обратная задачи.
33. Деформированное состояние в точке. Обобщенный закон Гука.
34. Относительное изменение объема. Удельная потенциальная энергия деформирования. Удельные потенциальные энергии изменения объема и формы.
35. Гипотезы прочности.
36. Косой изгиб: внутренние усилия, нормальные напряжения, нейтральная линия, условие прочности, касательные напряжения, условие прочности, перемещения.
37. Изгиб с растяжением (сжатием): общий случай, внутренние усилия, условия прочности.
38. Внецентренное растяжение (сжатие): нормальные напряжения, нейтральная линия, условие прочности; ядро сечения.
39. Изгиб с кручением: расчет стержня с круглым поперечным сечением, условия прочности; расчет стержня с прямоугольным поперечным сечением, условия прочности.
40. Понятие устойчивого равновесия, критической силы. Решение Л. Эйлера. Влияние условий закрепления концов стержней на величину критической силы.
41. Зависимость « $\sigma_k - \lambda$ ». Методика расчета сжатых стержней на устойчивость.
42. Понятие обобщенных сил и перемещений. Работа внешних и внутренних усилий.
43. Теоремы о взаимности работ и перемещений.
44. Определение перемещений по методу Мора. Графоаналитический способ Верещагина.
45. Степень статической неопределимости. Метод сил: основная система, эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.
46. Методика расчета статически неопределимых систем методом сил.
47. Учет сил инерции: равноускоренное движение прямолинейного стержня.
48. Методика расчета на удар (энергетический подход). Продольный удар. Удар при кручении. Поперечный удар.
49. Учет масс соударяемых тел.
50. Классификация механических колебаний. Усилия в колебательной системе.
51. Свободные колебания систем с одной степенью свободы без учета сил сопротивления и с учетом сил сопротивления.
52. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы без учета сил сопротивления и с учетом сил сопротивления. Коэффициент динамичности. Условия прочности.

## **8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **8.1 Основная литература**

1. Сопротивление материалов : методические указания и задания для контрольных работ / сост. С. В. Гайдидей, Ю. В. Виноградова. – Вологда–Молочное : Вологодская ГМХА, 2019. – 84 с.

### **8.2 Дополнительная литература**

1. Степин П.А. Сопротивление материалов: Учебник. 12-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2012.
2. Сопротивление материалов: Методические указания и задания для контрольных работ / Сост. С.В. Гайдидей, Ю.В. Виноградова. – Вологда – Молочное: ИЦ Вологодской ГМХА, 2019.
3. Сопротивление материалов: Методические указания и задания для контрольных работ / Сост. В.Н. Туваев, Ю.В. Виноградова, С.В. Гайдидей. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2015.

4. Сопротивление материалов: Практикум / В.Н. Туваев, Ю.В. Виноградова, С.В. Гайдидей. – Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2015.
5. Сопротивление материалов: Рабочая тетрадь для лабораторных работ / Сост. В.Н. Туваев, Ю.Ю. Пустынная. Вологда – Молочное: ИЦ ВГМХА, 2013.
6. Волосухин В.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, В.Б. Логвинов. – 5-е изд. – М.: РИОР, Инфра-М, 2014. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=390023>.
7. Волосухин В.А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Волосухин, С.И. Евтушенко, В.Б. Логвинов. – 5-е изд. – М.: РИОР, Инфра-М, 2014. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=390023>.
8. Межецкий, Г. Д. Сопротивление материалов [Электронный ресурс]: Учебник / Г. Д. Межецкий, Г. Г. Загребин, Н. Н. Решетник; под общ. ред. Г. Д. Межецкого, Г. Г. Загребина. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2013. Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=414836>.
9. Сопротивление материалов / Межецкий Г.Д., Загребин Г.Г., Решетник Н.Н., - 5-е изд. - М.: Дашков и К, 2016. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/414836>.
10. Схиртладзе А. Г. Сопротивление материалов: учебник: В 2 ч. Ч. 1 / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2018. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/933939>.
11. Схиртладзе А. Г. Сопротивление материалов: в 2 ч. Ч. 2.: учебник / А.Г. Схиртладзе, А.В. Чеканин, В.В. Волков. – Москва: КУРС: ИНФРА-М, 2018. Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/933947>.

#### **Перечень информационных технологий, используемых в обучении, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

В качестве программного обеспечения используются программы: операционные системы Microsoft Windows 10, Microsoft Windows Professional 8 Pro, Microsoft Windows Professional/ Starter, Microsoft Windows XP, офисные пакеты Microsoft Office Professional Plus 2003/2007/2010, Microsoft Office Standart 2013, Антивирус Kaspersky Endpoint Security для бизнеса.

Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

#### **Информационные справочные системы**

- Единое окно доступа к образовательным ресурсам – режим доступа: <http://window.edu.ru/>
- ИПС «КонсультантПлюс» – режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
- Интерфакс - Центр раскрытия корпоративной информации (сервер раскрытия информации) – режим доступа: <https://www.e-disclosure.ru/>
- Информационно-правовой портал ГАРАНТ.RU – режим доступа: <http://www.garant.ru/>
- Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника» (web-версия) - режим доступ: <http://gtexam.ru/>

#### **Профессиональные базы данных**

- Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – режим доступа: <http://elibrary.ru>
- Наукометрическая база данных Scopus: база данных рефератов и цитирования – режим доступа: <https://www.scopus.com/customer/profile/display.uri>
- Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики – режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (Открытый доступ)

- Российская Академия Наук, открытый доступ к научным журналам – режим доступа: <http://www.gas.ru> (Открытый доступ)
- Официальный сайт Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – режим доступа: <http://mcs.ru/> (Открытый доступ)

#### **Электронные библиотечные системы:**

- Электронный библиотечный каталог Web ИРБИС – режим доступа: [https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r\\_14/cgiirbis\\_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC](https://molochnoe.ru/cgi-bin/irbis64r_14/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBNAM=STATIC&I21DBN=STATIC)
- ЭБС ЛАНЬ – режим доступа: <https://e.lanbook.com/>
- ЭБС Znaniy.com – режим доступа: <https://new.znaniy.com/>
- ЭБС ЮРАЙТ – режим доступа: <https://urait.ru/>
- ЭБС POLPRED.COM: <http://www.polpred.com/>
- Электронная библиотека издательского центра «Академия»: <https://www.academia-moscow.ru/elibrary/> (коллекция СПО)
- ЭБС ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА – режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/>

### **9. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебная аудитория 4205 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 35, стулья – 75, доска меловая, кафедра.

Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional Лицензии 49230531, Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554

Учебная аудитория 4304 для проведения занятий лекционного и семинарского типа (практические занятия); групповых и индивидуальных консультаций; текущего контроля и промежуточной аттестации

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 37, стулья – 74, доска меловая, кафедра.

Основное оборудование: экран для проектора 1 шт., проектор - 1 шт., компьютер в комплекте - 1 шт.

Программное обеспечение:

Microsoft Windows 7 Professional Лицензии 49230531, Microsoft Office Professional 2007 Лицензии 42543554

Учебная аудитория 4103 Лаборатория сопротивления материалов: для проведения лабораторных занятий.

Оснащенность:

Учебная мебель: столы – 17, стулья – 32, доска меловая

Основное оборудование: станок сверлильный, токарно-винторезный станок, тензометр ТР-794, импульсный счетчик МЭС-54, прибор ВИП-2, копер маятниковый, машина УММ-20, машина на кручение, прибор, определяющий характеристику винтовых пружин, прибор ИДЦ-1, прибор, измеряющий статическую деформацию, тензометр МИЛ, выпрямитель ВСА-4К, стенд по сопромату, кодоскоп «Полилюкс», полярископ, поляриметр, автоматический указатель нагрузки, модель гибкой балки, тренажер по сопромату, балка равного сопротивления.

#### **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ**

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, исходя из индивидуальных психофизических особенностей и по личному заявлению обучающегося, в части создания специальных условий.

В специальные условия могут входить: предоставление отдельной аудитории, необходимых технических средств, присутствие ассистента, оказывающего необходимую техническую помощь, выбор формы предоставления инструкции по порядку проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, использование специальных технических средств, предоставление перерыва для приема пищи, лекарств и др.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 10. Карта компетенций дисциплины

Спротивление материалов (направление подготовки – 35.03.02 Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств)					
Цели дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>• получение знаний об основах работы деформируемого тела;</li> <li>• приобретение навыков оценки напряженного состояния элементов конструкций при различном нагружении;</li> <li>• получение навыков выполнения прикладных инженерных расчетов.</li> </ul>				
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>• освоение знаний основ работы деформируемого тела;</li> <li>• изучение алгоритмов решения задач оценки напряженного состояния;</li> <li>• получение навыков выбора расчетных схем, формулирования и решения задач работы элементов конструкции;</li> <li>• развитие навыков самостоятельной работы с учебной и технической литературой по вопросам расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.</li> </ul>				
В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие					
Универсальные компетенции					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	<p>ИД-1ук-1 Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи</p> <p>ИД-2ук-1 Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи</p> <p>ИД-3ук-1. Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p> <p>ИД-4ук-1 Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности</p> <p>ИД-5ук-1 Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи</p>	<p>Лекции</p> <p>Самостоятельная работа</p>	Тестирование	<p><b>Пороговый</b> (удовлетворительный)</p> <p>Анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие, осуществляет декомпозицию задачи. Находит и критически анализирует информацию, необходимую для решения поставленной задачи</p> <p><b>Продвинутый</b> (хорошо)</p> <p>Рассматривает возможные варианты решения задачи, оценивая их достоинства и недостатки</p> <p><b>Высокий</b> (отлично)</p> <p>Грамотно, логично, аргументированно формирует собственные суждения и оценки; отличает факты от мнений, интерпретаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности .Определяет и оценивает последствия возможных решений задачи.</p>
Общепрофессиональные компетенции					
Компетенции		Планируемые результаты обучения (индикаторы достижения компетенции)	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на ос-	ИД-1 опк-1 Демонстрирует знание основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в обла-	<p>Лекции</p> <p>Практические занятия</p>	Тестирование  Расчетно-графическая работа	<p><b>Пороговый уровень</b> (Пороговый) (удовлетворительный)</p> <p>Знает: методы и способы определения качества продукции, выявления дефектов и бра-</p>

	<p>нове знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий.</p>	<p>сти лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-2 опк-1 Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-3 опк-1 Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины</p>	<p>Самостоятельная работа</p>		<p>ка. основных законов математических и естественных наук, необходимых для решения типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины</p> <p>Продвинутый (хорошо) Использует знания основных законов математических и естественных наук для решения типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины Высокий (отлично) Применяет информационно-коммуникационные технологии в решении типовых задач в области лесозаготовок и первичной переработки древесины</p>
ОПК-5	<p>Способен участвовать в проведении экспериментальных исследований в профессиональной деятельности</p>	<p>ИД-1 опк-5 Знает методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-2 опк-5 Умеет выбирать современные методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины ИД-3 опк-5 Владеет способностью проводить измерения, испытания и контроль технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины</p>	<p>Лекции  Лабораторные занятия  Самостоятельная работа</p>	<p>Тестирование  Отчет по лабораторной работе</p>	<p>удовлетворительный) Знает методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины</p> <p>Продвинутый (хорошо) Умеет выбирать современные методические подходы и средства для проведения исследований по измерению, испытанию и контролю технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины Высокий (отлично) Владеет способностью проводить измерения, испытания и контроль технологических процессов лесозаготовок и первичной переработки древесины</p>