

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Тверской государственный технический университет»**  
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор  
по учебной работе

\_\_\_\_\_ Э.Ю. Майкова  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
дисциплины обязательной части, Блока 1 «Дисциплины (модули)»  
**«Сопротивление материалов»**

Направление подготовки бакалавров – 08.03.01 Строительство.  
Направленность (профиль) – Автомобильные дороги и аэродромы.  
Типы задач профессиональной деятельности: проектный; технологический.

Форма обучения – очная и очно-заочная.

Инженерно-строительный факультет  
Кафедра «Сопротивления материалов теории упругости и пластичности»

Тверь 20\_\_

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры СМТУиП

С.А. Соколов

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры СМТУиП  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

Заведующий кафедрой

А.П. Воронцов

Согласовано  
Начальник учебно-методического  
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела  
комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

## **1. Цель и задачи дисциплины.**

**Целью** изучения дисциплины «Сопротивление материалов» является обеспечение базы инженерной подготовки и приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин, развитие инженерного мышления, изучение и освоение методологии прочностных расчетов и формирование профессиональных навыков расчета элементов конструкций и деталей машин с учетом условий их эксплуатации.

### **Задачами дисциплины являются:**

- овладение теоретическими основами, основными понятиями и принципами, практическими методами расчётов типовых элементов конструкций и деталей машин на прочность, жесткость и устойчивость при простейших видах нагружения;
- приобретение навыков составления расчётной модели конструктивных элементов и анализа расчётных результатов;
- приобретение навыков правильно подбирать оптимальные формы поперечных сечений и необходимые конструкционные материалы, обеспечивающие требуемые показатели прочности, жесткости, устойчивости, надежности и экономичности соответствующих элементов конструкций и машин;
- формирование современного научного мировоззрения о достижениях и проблемах прочности материалов и конструкций;
- ознакомление с основными экспериментальными методами исследования напряженно-деформированного состояния конструкций.

## **2. Место дисциплины в структуре ОП.**

Дисциплина относится к обязательной части, Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Математика», «Физика», «Теоретическая механика».

Знания, умения и навыки, получаемые при изучении дисциплины «Сопротивление материалов», широко используются при изучении курсов «Строительная механика», «Механика грунтов», «Основы проектирования строительных конструкций» и во многих других специальных дисциплинах, необходимых для профессиональной деятельности бакалавров.

## **3. Планируемые результаты обучения по дисциплине**

### **3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине**

#### **Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:**

ОПК-6. Способен участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов.

#### **Индикаторы компетенции, закрепленной за дисциплиной в ОХОП:**

ИОПК-6.3. Дает оценку прочности, жесткости и устойчивости дорожных сооружений.

#### **Показатели оценивания индикаторов достижения компетенции**

### **Знать:**

3.1. Основные гипотезы дисциплины и границы их применения.

3.2. Основы расчета элементов конструкций и дорожных одежд на прочность, жесткость и устойчивость.

3.3. Основные механические свойства и механические характеристики конструкционных материалов и их использование в расчетах, а также влияние различных факторов на механические свойства материалов.

### **Уметь:**

У.1. Продемонстрировать знание основ дисциплины и правильно использовать теоретические и экспериментальные методы сопротивления материалов.

У.2. Пользоваться справочной технической литературой для поиска необходимой информации о механических характеристиках материалов; определять физико-механические свойства материалов на основе стандартных лабораторных испытаний; на практике использовать методы и методики экспериментального определения механических характеристик материалов, деформаций и напряжений.

У.3. Подходить к формированию решений проектной задачи на конструкторском уровне.

### **3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций**

Проведение лекционных занятий, практических занятий, лабораторных занятий; выполнение курсовой работы.

### **4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

#### **ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Зачетные единицы</b>	<b>Академические часы</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	5	180
<b>3 семестр</b>		
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	2	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		45
В том числе:		
Лекции		15
Лабораторные работы (ЛР)		30
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		27
В том числе:		
Курсовая работа		15
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к защите лабораторных работ		8
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

<b>4 семестр</b>		
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		45
<b>В том числе:</b>		
Лекции		15
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		27+36 (экз)
<b>В том числе:</b>		
Курсовая работа		15
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ		8
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		4+36 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

### ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	5	180
<b>3 семестр</b>		
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	2	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		12
<b>В том числе:</b>		
Лекции		4
Лабораторные работы (ЛР)		8
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		60
<b>В том числе:</b>		
Курсовая работа		15
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретического материала, подготовка к защите лабораторных работ		41
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет)		4
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		<b>0</b>
<b>4 семестр</b>		
<b>Трудоемкость дисциплины</b>	3	108
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		12

<b>В том числе:</b>		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		4
Лабораторные работы (ЛР)		4
<b>Самостоятельная работа обучающихся (всего)</b>		60+36 (экз)
<b>В том числе:</b>		
Курсовая работа		15
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретического материала, подготовка к практическим занятиям и защите лабораторных работ		41
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		4+36 (экз)
<b>Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)</b>		0

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
<b>3 семестр</b>						
1	Основы сопротивления материалов	5	2	-	-	3
2	Растяжение-сжатие стержня. Экспериментальные основы сопротивления материалов	20	4	-	10	6
3	Сдвиг и кручение стержней	19	3	-	10	6
4	Геометрические характеристики плоских сечений	5	2	-	-	3
5	Изгиб бруса. Напряжения и деформации. Сложное сопротивление.	23	4	-	10	9
	<b>Итого 3 семестр</b>	<b>72</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>30</b>	<b>27</b>
<b>4 семестр</b>						
6	Перемещения при изгибе балок	27	3	4	6	6 +8 (экз)
7	Статически неопределимые стержневые системы	24	3	4	3	6 +8 (экз)

8	Устойчивость сжатых стержней	21	3	2	2	6 +8 (экз)
9	Динамика упругих систем	11	2	2	-	3 +4 (экз)
10	Основы теории НДС в точках тела.	25	4	3	4	6 +8 (экз)
	<b>Итого 4 семестр</b>	<b>108</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>27</b> <b>+36 (экз)</b>
	<b>Всего на дисциплину</b>	<b>180</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>54</b> <b>+36 (экз)</b>

### ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. работы	Сам. работа
<b>3 семестр</b>						
1	Основы сопротивления материалов	6.5	0.5	-	-	6
2	Растяжение-сжатие стержня. Экспериментальные основы сопротивления материалов	19	1		4	14
3	Сдвиг и кручение стержней	17	1	-	2	14
4	Геометрические характеристики плоских сечений	12.5	0.5	-	-	12
5	Изгиб бруса. Напряжения и деформации. Сложное сопротивление.	17	1	-	2	14
	<b>Итого 3 семестр</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>8</b>	<b>60</b>
<b>4 семестр</b>						
6	Перемещения при изгибе балок	25	1	1	1	14 +8 (экз)
7	Статически неопределимые стержневые системы	25	1	1	1	14 +8 (экз)
8	Устойчивость сжатых стержней	17	0.5	0.5	1	9 +6 (экз)
9	Динамика упругих систем	16	0.5	0.5	-	9 +6 (экз)
10	Основы теории НДС в точках тела.	25	1	1	1	14 +8 (экз)
	<b>Итого 4 семестр</b>	<b>108</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>60</b> <b>+36 (экз)</b>
	<b>Всего на дисциплину</b>	<b>180</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>120</b> <b>+36 (экз)</b>

## **5.2. Содержание дисциплины**

### **МОДУЛЬ 1 «Основы сопротивления материалов»**

Предмет сопротивление материалов. Его связь с теоретической механикой. Принцип отвердения и принцип малости перемещений и деформаций. Геометрическая классификация элементов конструкций и деталей машин. Механическая модель материала. Материальная (физическая) частица сплошной среды. Основные гипотезы и понятия о материале. Внешние силы, действующие на тело произвольной формы. Их классификация и правило знаков. Принцип смягчения граничных условий Сен-Венана. Опорные реакции. Уравнения равновесия статики. Внутренние силы и напряжения. Метод сечений. Полное, нормальное и касательное напряжение. Понятие о напряженном состоянии частицы тела и тензоре напряжений. Простейшие напряженные состояния (чистое растяжение и чистый сдвиг). Перемещения и деформации тела и материальной точки. Относительное изменение объема материальной точки. Закон Гука и принцип независимости действия сил (суперпозиции) для упругих систем. Простейшие виды напряженно-деформированного состояния (НДС). Закон Гука для простейших НДС. Закон парности касательных напряжений. Упругие постоянные. Напряженное состояние бруса в общем случае его нагружения. Фундаментальные гипотезы сопротивления материалов, их математическая запись и противоречие. Понятие о внутренних силах и моментах (силовых факторов) в поперечном сечении бруса в общем случае его нагружения. Классификация видов нагружения бруса.

### **МОДУЛЬ 2 «Растяжение-сжатие стержня. Экспериментальные основы сопротивления материалов»**

Метод сечений для обнаружения нормальной силы и нормальных напряжений в поперечном сечении. Эпюры нормальных сил и напряжений. Дифференциальная зависимость Журавского. Закон Гука при растяжении-сжатии. Перемещения и деформации при растяжении-сжатии без учета и с учетом температуры. Законы Гука и Пуассона. Упругие постоянные. Расчеты на жесткость. Допускаемое перемещение. Потенциальная энергия деформации при растяжении-сжатии. Анализ напряженного состояния растяжения - сжатия. Расчеты на прочность. Подбор сечений, определение допускаемой нагрузки, поверочный расчет. Основные механические свойства материалов. Диаграмма растяжения пластичного материала. Истинная диаграмма. Разгрузка и повторное нагружение. Основные механические характеристики. Особенности деформирования при растяжении и сжатии пластичных и хрупких материалов. Условный предел текучести. Упругопластический и нелинейноупругий материал. Статически-неопределимые задачи при растяжении-сжатии. Температурные и монтажные напряжения. Перемещения узлов плоских стержневых систем. Расчет стержневых систем на прочность по предельному упругому состоянию.

### **МОДУЛЬ 3 «Сдвиг и кручение стержней»**

Напряженное состояние плоского чистого сдвига. Закон Гука при чистом



сдвиге. Внутренние силы, напряжения и деформации при кручении тонкостенной трубки. Диаграмма чистого сдвига (кручения). Потенциальная энергия при кручении. Определение модуля сдвига. Связь между упругими постоянными при растяжении-сжатии и сдвиге. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Основные гипотезы. Углы закручивания. Эпюра крутящих моментов. Дифференциальная зависимость Журавского. Эпюра касательных напряжений. Два простейших типа разрушения при кручении. Расчеты на прочность и жесткость. Кручение стержней сплошного прямоугольного поперечного сечения. Статически-неопределимые задачи при кручении. Построение эпюр внутренних крутящих моментов и углов закручивания.

#### **МОДУЛЬ 4 «Геометрические характеристики плоских сечений»**

Основные понятия и определения. Статические моменты площади, осевой, полярный и центробежный моменты инерции, моменты сопротивления. Центральные оси и центр тяжести поперечного сечения. Моменты инерции сложных фигур. Изменение геометрических характеристик при параллельном переносе осей. Поворот координатных осей. Вычисление моментов инерции сечения при повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции поперечного сечения. Порядок расчета геометрических характеристик плоских сечений. Таблицы геометрических характеристик (сортаменты) прокатных профилей.

#### **МОДУЛЬ 5 «Изгиб бруса. Напряжения и деформации. Сложное сопротивление»**

Классификация видов изгиба. Внутренние силовые факторы при изгибе балок. Построение эпюр. Дифференциальные зависимости Журавского при плоском поперечном изгибе балок и основные правила контроля правильности построения эпюр. Напряжения и деформации в балках при чистом изгибе. Потенциальная энергия деформации. Расчеты на прочность при изгибе. Напряжения и деформации в балках при плоском прямом поперечном изгибе. Формула Журавского для касательных напряжений. Расчет на прочность по касательным напряжениям. Косой изгиб балок. Двучленная формула для напряжения, положение нейтральной оси. Эпюра напряжений и условие прочности. Внецентренное растяжение-сжатие. Положение нейтральной оси. Эпюра нормальных напряжений в поперечном сечении. Понятие о ядре сечения. Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских стержневых системах (рамах) при плоском продольно-поперечном изгибе. Расчет на прочность по нормальным напряжениям.

#### **МОДУЛЬ 6 «Перемещения при изгибе балок»**

Линейные и угловые перемещения в балках при плоском прямом поперечном изгибе. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Расчеты на жесткость. Метод непосредственного интегрирования дифференциального уравнения изогнутой оси балки. Граничные условия. Метод начальных параметров Крылова. Простейшие статически неопределимые задачи при изгибе балок. Раскрытие статической неопределимости методом начальных параметров. Обобщенные силы и

перемещения. Работа обобщенных сил. Дополнительная работа. Обобщенный закон Гука для обобщенных сил и перемещений. Уравнение потенциальной энергии деформации стержневой системы в общем случае нагружения. Принцип Кастильяно. Метод Кастильяно для определения перемещений. Метод Мора определения перемещений в упругом теле. Аналитическое вычисление интегралов в формуле Мора. Графоаналитический способ Верещагина вычисления интегралов в формуле Мора (способ перемножения эпюр).

### **МОДУЛЬ 7 «Статически неопределимые стержневые системы»**

Стержневые системы. Основные понятия. Статически определимые и неопределимые системы. Определение степени статической неопределимости. Внутренняя и внешняя статическая неопределимость. Геометрически (мгновенно) изменяемые системы. Основные правила образования геометрически неизменяемых систем. Расчет статически неопределимых систем методом сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Правила вычисления их коэффициентов. Вычисление перемещений в статически неопределимых системах. Рациональный выбор основной системы. Проверка правильности раскрытия статической неопределимости. Деформационная проверка.

### **МОДУЛЬ 8 «Устойчивость сжатых стержней»**

Современная концепция устойчивости упругопластических систем. Понятия устойчивости Эйлера, Лагранжа, Зубчанинова. Критические нагрузки (пределы устойчивости). Подходы Эйлера и Лагранжа к определению критической нагрузки. Устойчивость стержней за пределом упругости. Задача Эйлера об устойчивости шарнирно подкрепленного сжатого упругого стержня. Формула Эйлера для критической нагрузки. Обобщение решения Эйлера на случай произвольного опорного закрепления торцов стержня. Приведенная длина стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Гибкость стержня. Критическое напряжение. Диаграмма «критическое напряжение - гибкость» стержня. Практический метод расчета сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент снижения допускаемого напряжения на сжатие (коэффициент продольного изгиба). Определение критических напряжений. Коэффициент запаса на устойчивость.

### **МОДУЛЬ 9 «Динамика упругих систем»**

Динамические нагрузки. Ударное действие нагрузки по упругой конструкции. Допущения технической теории удара. Вертикальный удар. Коэффициент динамичности. Расчеты на прочность и жесткость. Колебания упругих систем. Основные понятия. Степень свободы колеблющейся системы. Свободные колебания упругих систем с одной степенью свободы. Частота собственных колебаний бруса. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Явление резонанса. Коэффициент динамичности. Определение максимальных динамических напряжений и перемещений.

### **МОДУЛЬ 10 «Основы теории НДС в точках тела»**

Напряженное состояние в точке тела. Напряжения на координатных

площадках. Тензор напряжений. Закон парности касательных напряжений. Напряжения на наклонных площадках (площадках общего положения). Основные виды напряженного состояния в точке. Главные площадки, главные нормальные напряжения, главные оси. Кубическое уравнение для определения главных напряжений. Инварианты напряженного состояния. Вычисление главных напряжений и направления главных осей в случае, когда одно из главных напряжений заранее известно. Плоское напряженное состояние. Напряжения на октаэдрических площадках. Их физический смысл. Интенсивность напряжений. Понятие о деформированном состоянии точки тела. Тензор малых деформаций. Аналогия теорий напряженного и деформированного состояния в точке тела. Уравнения обобщенного закона Гука. Объемная деформация. Постановка вопроса о прочности материалов при сложном НДС. Понятие эквивалентного напряжения. Предельные условия пластичности и разрушения. Гипотезы предельного напряженного состояния Сен-Венана и Мизеса для пластичных материалов. Теория хрупкого разрушения материалов Мора. Расчеты на прочность при сложной деформации бруса. Общие сведения. Косой изгиб с кручением бруса круглого поперечного сечения. Порядок расчета на прочность. Расчет стержней на прочность при сложном НДС при изгибе балки.

### 5.3. Лабораторные работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
<b>3 семестр</b>		
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытательной машиной и методикой испытания на растяжение по ГОСТ 1497—84 "Методы испытания на растяжение". Проведение испытания на растяжение и изучение поведения образца вплоть до разрушения и овладение навыками определения основных механических характеристик материала. Ознакомление с методикой испытания на сжатие и методом тензометрирования. Формирование умений опытного определения упругих постоянных материала.	Испытание материалов на растяжение и определение их механических характеристик.	6
	Определение упругих постоянных материала	4
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытательной установкой и измерительными приборами. Овладение навыками определения модуля упругости материала при сдвиге и построение зависимости крутящего момента от угла закручивания образца.	Испытание на кручение бруса круглого поперечного сечения	10
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытатель-	Определение напряжений и деформаций в балке при плоском поперечном изгибе	10

ной машиной, балкой и измерительной аппаратурой. Экспериментальное и теоретическое определение характера распределения нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки.		
<b>Итого 3 семестр</b>		<b>30</b>
<b>4 семестр</b>		
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с лабораторной установкой и измерительными приборами. Экспериментальное и теоретическое определение прогиба в длинной и короткой балках и сравнение полученных результатов.	Определение перемещений в балках при поперечном изгибе	6
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> Знакомство с испытательной установкой, теоретическое и экспериментальное определение реакции в статически неопределимой балке и сравнение полученных результатов.	Статически неопределимая балка	3
<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с лабораторной установкой и методикой проведения лабораторной работы. Овладение навыками экспериментального и теоретического определения критической силы для сжатого шарнирно опертого стержня и сравнение полученных результатов.	Устойчивость сжатого стержня	2
<b>Модуль 10</b> <b>Цель:</b> Знакомство с испытательной установкой, методикой проведения испытаний и измерительной аппаратурой. Овладение навыками теоретического и экспериментального определения напряжений, возникающих в тонкостенном брусе при кручении.	Исследование напряжённого состояния, возникающего в трубе при изгибе с кручением	4
<b>Итого 4 семестр</b>		<b>15</b>

### ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

<b>Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ</b>	<b>Наименование лабораторных работ</b>	<b>Трудоемкость в часах</b>
<b>3 семестр</b>		
<b>Модуль 2</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытательной машиной и методикой испытания на растяжение по ГОСТ 1497—84 "Методы испытания на растяжение". Проведение испытания на растяжение и изучение поведения образца вплоть до разрушения и овладение навыками определения основных механических характеристик материала. Ознакомление с методикой испыта-	Испытание материалов на растяжение и определение их механических характеристик.	2
	Определение упругих постоянных материала	2

ния на сжатие и методом тензометрирования. Формирование умений опытного определения упругих постоянных материала.		
<b>Модуль 3</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытательной установкой и измерительными приборами. Овладение навыками определения модуля упругости материала при сдвиге и построение зависимости крутящего момента от угла закручивания образца.	Испытание на кручение бруса круглого поперечного сечения	2
<b>Модуль 5</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с испытательной машиной, балкой и измерительной аппаратурой. Экспериментальное и теоретическое определение характера распределения нормальных напряжений по высоте поперечного сечения балки.	Определение напряжений и деформаций в балке при плоском поперечном изгибе	2
<b>Итого 3 семестр</b>		<b>8</b>
<b>4 семестр</b>		
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с лабораторной установкой и измерительными приборами. Экспериментальное и теоретическое определение прогиба в длинной и короткой балках и сравнение полученных результатов.	Определение перемещений в балках при поперечном изгибе	1
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> Знакомство с испытательной установкой, теоретическое и экспериментальное определение реакции в статически неопределимой балке и сравнение полученных результатов.	Статически неопределимая балка	1
<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> Ознакомление с лабораторной установкой и методикой проведения лабораторной работы. Овладение навыками экспериментального и теоретического определения критической силы для сжатого шарнирно опертого стержня и сравнение полученных результатов.	Устойчивость сжатого стержня	1
<b>Модуль 10</b> <b>Цель:</b> Знакомство с испытательной установкой, методикой проведения испытаний и измерительной аппаратурой. Овладение навыками теоретического и экспериментального определения напряжений, возникающих в тонкостенном бруске при кручении.	Исследование напряжённого состояния, возникающего в трубе при изгибе с кручением	1
<b>Итого 4 семестр</b>		<b>4</b>

## 5.4. Практические занятия ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведенний	Трудоемкость в часах
<b>4 семестр</b>		
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> формирование умений определять угловые и линейные перемещения в балках при плоском прямом поперечном изгибе и подбирать поперечные сечения балок из условия жесткости.	Определение перемещений в балках методом начальных параметров  Графоаналитический способ Верещагина вычисления интегралов в формуле Мора для перемещений	2  2
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> формирование умений применять метод сил к расчету статически неопределимых систем, выполнять деформационную проверку	Расчет статически неопределимых систем методом сил	4
<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> дать представление о явлении потери устойчивости и освоить теорию и методику расчета сжатых стержней на устойчивость.	Устойчивость упругих и неупругих сжатых стержней	2
<b>Модуль 9</b> <b>Цель:</b> дать элементарные представления об ударе и расчете простейших элементов конструкций на прочность при ударных воздействиях; научиться определять напряжения и перемещения в балках с одной степенью свободы при собственных и вынужденных колебаниях	Динамика упругих систем при ударной нагрузке. Колебания упругих систем	2
<b>Модуль 10</b> <b>Цель:</b> дать представление об определении главных напряжений и деформаций в точках тела и изучить методику расчетов элементов конструкций при сложном напряженном состоянии (изгибе с кручением)	Определение величины и направления главных напряжений и деформаций в бруске при сложном НДС  Простейшие задачи сопротивления материалов при сложном НДС	1  2
<b>Итого 4 семестр</b>		<b>15</b>

## ОЧНО-ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость

Модули. Цели ПЗ	Примерная тематика занятий и форма их проведенний	Трудоемкость в часах
<b>4 семестр</b>		
<b>Модуль 6</b> <b>Цель:</b> формирование умений определять угловые и линейные перемещения в балках при плоском прямом поперечном изгибе и подбирать поперечные сечения балок из условия жесткости.	Определение перемещений в балках методом начальных параметров  Графоаналитический способ Верещагина вычисления интегралов в формуле Мора для перемещений	0.5  0.5
<b>Модуль 7</b> <b>Цель:</b> формирование умений применять метод сил к расчету статически неопределимых систем, выполнять деформационную проверку	Расчет статически неопределимых систем методом сил	1

<b>Модуль 8</b> <b>Цель:</b> дать представление о явлении потери устойчивости и освоить теорию и методику расчета сжатых стержней на устойчивость.	Устойчивость упругих и неупругих сжатых стержней	0.5
<b>Модуль 9</b> <b>Цель:</b> дать элементарные представления об ударе и расчете простейших элементов конструкций на прочность при ударных воздействиях; научиться определять напряжения и перемещения в балках с одной степенью свободы при собственных и вынужденных колебаниях	Динамика упругих систем при ударной нагрузке. Колебания упругих систем	0.5
<b>Модуль 10</b> <b>Цель:</b> дать представление об определении главных напряжений и деформаций в точках тела и изучить методику расчетов элементов конструкций при сложном напряженном состоянии (изгибе с кручением)	Определение величины и направления главных напряжений и деформаций в бруске при сложном НДС	0.5
	Простейшие задачи сопротивления материалов при сложном НДС	0.5
<b>Итого 4 семестр</b>		<b>4</b>

## **6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости**

### **6.1. Цели самостоятельной работы**

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

### **6.2. Организация и содержание самостоятельной работы**

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой работы, подготовке к зачету и экзамену.

В каждом семестре после вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовую работу. Варианты исходных данных выдаются преподавателем в соответствии с индивидуальным заданием для каждого студента академической группы. Курсовая работа выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсовой работы, разработанными на кафедре СМТУиП.

В рамках дисциплины выполняется 8 лабораторных работ по очной и очно-заочной форме обучения, которые защищаются посредством устного опроса. Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Основная литература по дисциплине

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Феодосьев В.И.. — Москва : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2018. — 543 с. — ISBN 978-5-7038-4819-7. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/93896.html> (дата обращения: 03.10.2022). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей. - (ID=150548-0)

2. Степин, П.А. Сопротивление материалов : учебник / П.А. Степин. - 13-е изд. ; стер. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.07.2022. - ISBN 978-5-8114-1038-5. - URL: <https://e.lanbook.com/book/210815> . - (ID=110282-0)

3. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / В. Г. Атапин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 342 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07212-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489177> (дата обращения: 03.10.2022). - (ID=150549-0)

4. Александров, А.В. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 2 / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин. - 9-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-02162-2. - URL: <https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-v-2-ch-chast-2-491374> . - (ID=131431-0)

5. Александров, А.В. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов : в 2 частях. Часть 1 / А.В. Александров, В.Д. Потапов, Б.П. Державин; под редакцией А.В. Александрова. - 9-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-01726-7. - URL: <https://urait.ru/book/soprotivlenie-materialov-v-2-ch-chast-1-489515> . - (ID=131430-0)

### 7.2. Дополнительная литература

1. Зубчанинов, В.Г. Сопротивление материалов : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 1 / В.Г. Зубчанинов; Тверской гос. техн. ун-т. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2003. - 224 с. : ил. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 221 - 224. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0254-X : 103 р. 60 к. - (ID=16589-103)

2. Зубчанинов, В.Г. Сопротивление материалов : учеб. пособие. Кн. 2 / В.Г. Зубчанинов. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - Сервер. - Текст : электронный. — ISBN 5-7995-0310-4: [б.ц.]. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/58738> . - (ID=58738-1)

3. Зубчанинов, В.Г. Сопротивление материалов : учеб. пособие : в составе учебно-методического комплекса. Кн. 2 / В.Г. Зубчанинов. - 2-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 350 с. - (УМК-У). - Библиогр. : с. 348 - 350. - Текст :



непосредственный. - ISBN 5-7995-0310-4 : 151 p. 20 к. - (ID=57282-105)

4. Зубчанинов, В.Г. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов : в составе учебно-методического комплекса / В.Г. Зубчанинов, В.В. Гараников. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - (УМК-Л). - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 5-7995-0352-X : 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/65408> . - (ID=65408-1)

5. Зубчанинов, В.Г. Лабораторный практикум по сопротивлению материалов / В.Г. Зубчанинов, В.В. Гараников, В.Н. Ведерников. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - 132 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-7995-0352-X : 97 p. 90 к. - (ID=64109-95)

6. Зубчанинов, В.Г. Руководство к практическим занятиям по сопротивлению материалов : учеб. пособие. Ч. 1 / В.Г. Зубчанинов, В.Н. Ведерников, Е.Г. Алексеева; Тверской гос. техн. ун-т. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2007. - 152 с. : ил. - Библиогр. : с. 151. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0404-5 : 102 p. 90 к. - (ID=67164-91)

7. Зубчанинов, В.Г. Руководство к практическим занятиям по сопротивлению материалов : учеб. пособие. Ч. 2 / В.Г. Зубчанинов, В.Н. Ведерников, Е.Г. Алексеева; Тверской гос. техн. ун-т ; под общ. ред. В.Г. Зубчанинова. - 1-е изд. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 208 с. - Библиогр.: с. 206. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0472-4 : 123 p. 80 к. - (ID=78807-102)

8. Атапин, В. Г. Сопротивление материалов. Практикум : учебное пособие для вузов / В. Г. Атапин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 218 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04124-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492087> (дата обращения: 04.10.2022). - (ID=150550-0)

9. Сопротивление материалов : пособие по решению задач / И.Н. Миролюбов [и др.]. - 9-е изд. ; испр. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2022. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 19.07.2022. - ISBN 978-5-8114-0555-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211427>. - (ID=99888-0)

10. Кривошапко, С.Н. Сопротивление материалов : учебник и практикум для вузов / С.Н. Кривошапко. - 2-е изд. - Москва : Юрайт, 2022. - (Высшее образование). - Образовательная платформа Юрайт. - Текст : электронный. - Режим доступа: по подписке. - Дата обращения: 07.07.2022. - ISBN 978-5-534-00491-5. - URL: <https://urait.ru/bcode/488846>. - (ID=113050-0)

### 7.3. Методические материалы

1. Журнал лабораторных работ по курсу "Сопротивление материалов" / Тверской гос. техн. ун-т ; сост.: В.Г. Зубчанинов, М.Ш. Мошкович. - Тверь : ТвГТУ, 1997. - 76 с. - 10500 p. - (ID=1126-7)

2. Контрольные задания по сопротивлению материалов: метод. указания для студентов всех направлений подготовки заоч. формы обучения / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП; сост.: А.А. Алексеев, В.Н. Ведерников. - Тверь: ТвГТУ, 2016. - **Сервер**. - Текст: электронный. - (ID=111491-0)

3. Сопротивление материалов : задания к выполнению расчет.-граф. работы.

Ч. 1 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: В.Н. Лотов, В.Н. Ведерников. - Тверь : ТвГТУ, 2000. - 35 с. : ил. - 11 р. - (ID=5527-5)

4. Сопротивление материалов : задания к выполнению расчет.-граф. работы. Ч. 1 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост. В.Н. Лотов [и др.]. - Тверь : ТвеПИ, 1999. - 35 с. - 9 р. - (ID=4171-8)

5. Сопротивление материалов : контрольные задания для студентов заочного фак. строит., машиностроит. и механ. спец. Ч. 2 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: В.Н. Ведерников, В.Г. Зубчанинов. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 34 с. : ил. - Библиогр. : с. 33. - Текст : непосредственный. - 17 р. 10 к. - (ID=76460-3)

6. Сопротивление материалов : контрольные задания для студентов заочного фак. строит., машиностроит. и механ. спец. Ч. 1 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: В.Н. Ведерников, В.Г. Зубчанинов. - Тверь : ТвГТУ, 2009. - 27 с. : ил. - Библиогр. : с. 26. - Текст : непосредственный. - 13 р. 30 к. - (ID=76459-3)

7. Сопротивление материалов : метод. указ. к выполнению первой части курсовой работы "Построение эпюр внутр. силовых факторов при растяжении(сжатии), кручении, изгибе балок и плоских рам" / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост. В.Н. Лотов. - Тверь : ТвГТУ, 2000. - 31 с. - 12 р. 40 к. - (ID=5521-5)

8. Сопротивление материалов : метод. указ. к курсовой работе. Ч. 2 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост. В.Н. Ведерников [и др.]. - Тверь : ТвГТУ, 1998. - 31 с. - [б. ц.]. - (ID=3109-3)

9. Сопротивление материалов : метод. указ. к расчет.-граф. работам. Ч. 1 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост. В.Н. Лотов [и др.]. - Тверь : ТвГТУ, 1997. - 35 с. - 4500 р. - (ID=2025-6)

10. Сопротивление материалов : метод. указ. к расчет.-проект. работам. Ч. 2 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: М.Ш. Мошкович, Н.Л. Охлопков. - Тверь : ТвГТУ, 1995. - 28 с. - 875-00. - (ID=69-15)

11. Сопротивление материалов : расчет.-проект. курс. и лаб. задания для самост. работы студентов всех техн. спец. Ч. 2 / сост.: В.Г. Зубчанинов, В.Н. Ведерников ; под ред. В.Г. Зубчанинова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/56276> . - (ID=56276-1)

12. Сопротивление материалов : расчетно-граф. проектировочные и лаб. задания для самостоятельной работы студентов всех техн. спец. Ч. 1 / сост.: В.Н. Ведерников, А.П. Воронцов, В.В. Гараников [и др.] ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100262> . - (ID=100262-1)

13. Сопротивление материалов : расчетно-проектный курс. и лабораторные задания для самостоятельной работы студентов всех технических специальностей. Ч. 2 / сост.: В.Г. Зубчанинов, В.Н. Ведерников ; под редакцией В.Г. Зубчанинова ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 59 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 26 р. - (ID=47639-5)

14. Сопротивление материалов. Ч. 1 : Расчетно-графические проектировочные и лабораторные задания для самостоятельной работы студентов всех технических специальностей / сост.: В.Н. Ведерников, А.П. Воронцов, В.В.

Гараников [и др.] ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 36 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 15 р. 60 к. - (ID=22290-5)

15. Сопротивление материалов. Сложные вопросы и задачи сопротивления материалов : расчетно-граф. проектировочные и лаб. задания для самостоятельной работы студентов-бакалавров направления подготовки 270800.62 Стр-во. Ч. 2 / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: Е.Г. Алексеева, В.Н. Ведерников, В.Г. Зубчанинов. - Тверь : ТвГТУ, 2013. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/100243> . - (ID=100243-1)

16. Техническая механика, сопротивление материалов : метод. указания для самостоятельного выполнения расчет.-граф. работы и лаб. практикума / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. СМТУиП ; сост.: А.А. Алексеев, Е.Г. Алексеева, В.Н. Ведерников, С.А. Соколов. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/108779> . - (ID=108779-1)

#### **7.4. Программное обеспечение по дисциплине**

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching).

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

#### **7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет**

**ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:**

1. Ресурсы:<https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭКТвГТУ:<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань":<https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн":<https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»:<https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»):<https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY:<https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление): [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1,2,3,4. - М. :Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 р. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов:<https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/114254>

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

Кафедра «Сопротивления материалов теории упругости и пластичности» имеет аудитории для проведения лекций и лабораторных занятий по дисциплине.

Для проведения лабораторных работ имеются лаборатории с необходимым испытательным оборудованием.

## 9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении.

Число экзаменационных билетов – 20. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность экзамена – 60 минут.

2. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

3. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 баллов;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Перемещения при изгибе балок. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки и его интегрирование. Граничные условия.

2. Прогибы и углы поворота при изгибе балок. Метод начальных параметров для определения перемещений.

3. Потенциальная энергия деформации бруса в общем случае его нагружения. Теорема Кастилиано для определения перемещений.

4. Метод Мора для вычисления перемещений в стержневых системах. Интегралы Мора.

5. Графоаналитический способ вычисления интегралов Мора (правило Верещагина).

6. Статически неопределимые балки и рамы. Метод сил. Основная и эквивалентная система. Канонические уравнения метода сил.

7. Статически неопределимые балки и рамы. Метод сил. Определение коэффициентов при неизвестных и свободных членах канонических уравнений метода сил.

8. Статически неопределимые балки, особенности выбора основной системы. Определение перемещений в статически неопределимых системах.
9. Использование свойств симметрии при раскрытии статической неопределимости. Симметричное и кососимметричное нагружение.
10. Устойчивость равновесия деформируемых систем. Понятия устойчивости по Эйлеру и Лагранжу.
11. Дифференциальное уравнение стержня потерявшего устойчивость. Задача Эйлера.
12. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Пределы применимости формулы Эйлера.
13. Пределы применимости формулы Эйлера. Эмпирическая формула Ясинского для критического напряжения за пределом упругости. Диаграмма гибкость - критическое напряжение.
14. Практический метод расчета сжатых стержней на устойчивость. Коэффициент продольного изгиба.
15. Напряженное и деформированное состояние в точке произвольного тела. Тензоры напряжений и деформаций. Формулы обобщенного закона Гука.
16. Определение напряжений на произвольно ориентированной площадке. Главные площадки и главные нормальные напряжения.
17. Постановка вопроса о прочности и разрушении при сложном напряженном состоянии. Условие прочности при сложном напряженном состоянии.
18. Критерии пластичности и разрушения при сложном напряженном состоянии. Условия пластичности Сен-Венана и Мизеса.
19. Расчет на прочность бруса круглого поперечного сечения при одновременном действии изгиба с кручением. Опасные точки. Условия прочности по различным теориям.
20. Расчет на прочность бруса прямоугольного поперечного сечения при одновременном действии изгиба с кручением. Опасные точки. Условия прочности по различным теориям.
21. Прочность материалов при циклически изменяющихся напряжениях. Основные характеристики цикла напряжений. Предел выносливости материала.
22. Понятие об усталостной прочности материалов. Диаграмма предельных амплитуд и её аппроксимация.
23. Расчеты на прочность при циклически изменяющихся напряжениях. Коэффициент запаса усталостной прочности.
24. Основные понятия о статическом и динамическом нагружениях. Виды динамических нагрузок.
25. Понятие о степени свободы системы при колебаниях. Свободные (собственные) колебания системы с одной степенью свободы.
26. Вынужденные колебания системы с одной степенью свободы. Определение динамического коэффициента при колебаниях.
27. Колебания стержневых систем. Резонанс.
28. Ударное действие нагрузки на конструкцию. Динамический коэффициент при ударе.
29. Напряжения и перемещения в бруске при ударной нагрузке.

30. Основные факторы, влияющие на усталостную прочность материалов (концентрация напряжений, масштабный фактор, качество обработки поверхности).

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

## **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета**

1. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем:

по результатам текущего контроля знаний и умений, обучающегося без дополнительных контрольных испытаний;

по результатам выполнения дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей по текущему контролю.

2. При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80%, контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты всех лабораторных работ и курсовой работы.

При промежуточной аттестации с выполнением заданий дополнительного итогового контрольного испытания студенту выдается билет с вопросами и задачами.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 20.

Число вопросов – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

3. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».

4. Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового – 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

5. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

6. Задание выполняется письменно.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Курс «Сопротивление материалов». Его связь с другими дисциплинами. Связь курса «Сопротивление материалов» с теоретической механикой. Гипотеза отвердевания и принцип малости перемещений.

2. Геометрическая классификация элементов конструкций и деталей машин. Классификация внешних сил. Принцип Сен-Венана.

3. Механическая модель материала. Основные гипотезы и понятия о материале. Типы опорных связей. Определение опорных реакций. Статически определимые и неопределимые системы.

4. Внутренние силы и напряжения. Метод сечений. Нормальное и касательное напряжение. Понятие о напряженном состоянии частицы тела и тензоре напряжений.

5. Перемещения и деформации. Понятие о деформированном состоянии частицы тела и тензоре деформаций. Обобщенный закон Гука для сил и перемещений. Принцип независимости действия сил.

6. Внутренние силы и моменты в поперечном сечении стержня (бруса). Классификация видов нагружения стержня.

7. Дифференциальные уравнения равновесия стержня (дифференциальные зависимости Д.И.Журавского). Простейшие виды напряженного состояния. Фундаментальные гипотезы сопротивления материалов для бруса.

8. Простейшие виды напряженного состояния. Фундаментальные гипотезы сопротивления материалов для бруса.

9. Напряжения и деформации при растяжении и сжатии. Определение перемещений при растяжении и сжатии.

10. Напряжения при растяжении сжатии в наклонных сечениях стержня. Потенциальная энергия деформации при растяжении и сжатии.

11. Опытное изучение механических свойств материалов. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Основные механические характеристики материалов. Расчетные диаграммы.

12. Диаграммы растяжения и сжатия пластичных и хрупких материалов. Основные механические характеристики материалов. Расчетные диаграммы. Два основных типа разрушения стержня при растяжении.

13. Статически неопределимые системы при растяжении и сжатии. Расчеты на температурные воздействия. Расчеты на прочности при растяжении и сжатии.

14. Расчет стержневых систем по допускаемым нагрузкам предельных упругих и пластических состояний. Резерв прочности. Монтажные (начальные) напряжения в стержневых системах.

15. Понятие о рациональных конструкциях и оптимальном проектировании. Расчет на прочность стержней переменного поперечного сечения. Концентрация напряжений.

16. Сопротивление материала чистому сдвигу. Закон Гука при чистом сдвиге.

17. Кручение стержня круглого поперечного сечения. Потенциальная энергия деформации при свободном кручении стержня.

18. Свободное кручение стержня прямоугольного поперечного сечения. Потенциальная энергия стержня при свободном кручении.

19. Анализ напряженного состояния чистого сдвига. Два основных типа разрушения вала при кручении. Связь между упругими постоянными материала.

20. Кручение тонкостенных стержней открытого и замкнутого профилей.

21. Статически неопределимые задачи при кручении. Расчеты на прочность.

22. Расчеты соединений, работающих на сдвиг (срез).

23. Расчеты на прочность и жесткость пружины с малым шагом витков.

24. Статические моменты площади. Определение положения центра тяжести плоских фигур. Моменты инерции плоских сечений.

25. Вычисление геометрических характеристик плоских сечений при параллельном переносе и повороте координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции сечения.

26. Геометрические характеристики прямоугольного, треугольного, круглого и кольцевого поперечных сечений. Вычисление моментов инерции сложных поперечных сечений.

27. Изгиб стержней (общие понятия). Напряжения и деформации в стержне при плоском чистом изгибе. Потенциальная энергия деформации.

28. Напряжения и деформации в стержне при плоском чистом изгибе. Косой чистый изгиб.

29. Сложный изгиб бруса (внецентренное-растяжение и сжатие). Ядро сечения.

30. Изгиб стержней (общие понятия). Касательные напряжения при поперечном изгибе.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

### **9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы**



### Курсовая работа.

1. Шкала оценивания курсовой работы – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Тема курсовой работы: «Применение методов сопротивления материалов к расчетам на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций».

3. Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

Таблица 5а. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы 3-й семестр

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Построение эпюр внутренних силовых факторов при растяжении-сжатии с расчетами на прочность и жесткость.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Построение эпюр внутренних силовых факторов при кручении с расчетами на прочность и жесткость.	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Определение геометрических характеристик плоских сечений	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Построение эпюр внутренних силовых факторов при прямом плоском изгибе балок и рам с расчетами на прочность.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Расчет на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении-сжатии.	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

Таблица 5б. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы 4-й семестр

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Определение угловых и линейных перемещений в балках при плоском прямом поперечном изгибе с использованием метода начальных параметров и энергетического метода определения перемещений, а также подбор поперечных сечений балок из условия жесткости	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Расчет статически неопределимых балок и рам при плоском прямом поперечном изгибе методом сил	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0
3	Расчет сжатых стержней на устойчивость.	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Расчет простейших элементов конструкций на прочность при ударных воздействиях, а также определение напряжения и перемещения в балках с одной степенью свободы при собственных и вынужденных колебаниях	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Определение величины и направления главных напряжений и деформаций в брусе при сложном НДС. Простейшие задачи сопротивления материалов при сложном НДС	Выше базового – 6 Базовый – 3 Ниже базового – 0

«отлично» – при сумме баллов от 15 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 12 до 14;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 9 до 11;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 9, а также при любой другой сумме, если по какому-либо из разделов работа имеет 0 баллов.

4. В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

5. Дополнительные процедурные сведения:

- вариант задания для курсовой работы выдается студенту преподавателем индивидуально в течение двух первых недель обучения;

- проверку и оценку работы осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающего достоинства и недостатки курсовой работы, и ее оценку. Оценка проставляется в зачетную книжку обучающегося и ведомость для курсовой работы. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита работы перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

- каждое задание защищается отдельно. При защите студент должен объяснить ход решения задания, показать знание теоретического материала и умение применить его к решению практических задач. Кроме защиты курсовой работы в течении изучения дисциплины предусматривается написание студентом 4-х контрольных работ тематика которых совпадает с тематикой проведенных практических занятий. Оценки, полученные при защите курсовой работы и при написании контрольных работ принимаются во внимание при выставлении итоговой оценки за курсовую работу;

- работа не подлежит обязательному внешнему рецензированию;

- курсовые работы хранятся на кафедре в течение трех лет.

### **Курсовой проект.**

Курсовой проект учебным планом не предусмотрен.

## **10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины**

Студенты перед началом изучения дисциплины должны быть ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению всех видов самостоятельной работы.

В учебный процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

## **11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины**

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

Приложение

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования  
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров - 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль) - Автомобильные дороги и аэродромы.

Кафедра «Сопротивления материалов теории упругости и пластичности»

Дисциплина «Сопротивление материалов»

Семестр 4

## ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

**Основные факторы, влияющие на усталостную прочность материалов (концентрация напряжений, масштабный фактор, качество обработки поверхности).**

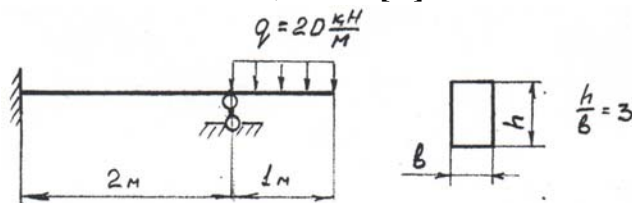
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Устойчивость сжатых стержней» - 0 или 2 балла:

**Для стальной стойки жесткозащемленной в нижнем сечении определить допускаемую силу  $P_{\text{доп}}$ , если материал стойки сталь Ст3, поперечное сечение стойки двутавр №20,  $[\sigma] = 160$  МПа.**



3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Статически неопределимые стержневые системы» - 0 или 2 балла:

**Для балки построить эпюры внутренних усилий подобрать размеры поперечного сечения заданного вида, если  $[\sigma] = 210$  МПа.**



**Критерии итоговой оценки за экзамен:**

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Составитель: к.т.н., профессор кафедры СМТУиП \_\_\_\_\_ С.А. Соколов

Заведующий кафедрой: к.т.н. \_\_\_\_\_ А.П. Воронцов

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров - 08.03.01 Строительство

Направленность (профиль) - Автомобильные дороги и аэродромы.

Кафедра «Сопротивления материалов теории упругости и пластичности»

Дисциплина «Сопротивление материалов»

Семестр 3

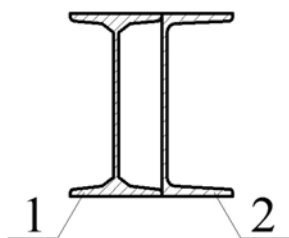
**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО  
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1**

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

**Косой изгиб бруса.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «геометрические характеристики» - 0 или 1 балл:

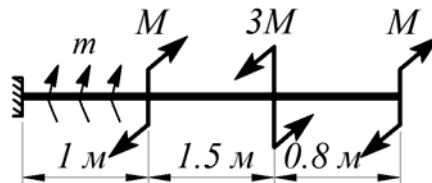
**Определить геометрические характеристики плоского сечения с одной осью симметрии:**



1 – двутавр №20;  
2 – швеллер №20.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Сдвиг и кручение стержней» - 0 или 1 балл:

**Для балки построить эпюру внутренних усилий и подобрать размеры круглого поперечного сечения, если  $M=60\text{кНм}$ ,  $m=40\text{кН}$ ,  $[\tau] = 80\text{ МПа}$ .**



**Критерии итоговой оценки за зачет:**

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: к.т.н., профессор кафедры СМТУиП \_\_\_\_\_ С.А. Соколов

Заведующий кафедрой: к.т.н. \_\_\_\_\_ А.П. Воронцов