

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



**УТВЕРЖДАЮ:**

Первый проректор ДОННТУ

А.А. Каракозов

(подпись)

» 03 2023 года

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.15 Сопротивление материалов

Направление подготовки: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Информационные технологии машиностроения  
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат  
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, заочная  
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	очная	заочная
Семестр	3,4	3,4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	7,0(4,5+2,5) / 252(162+90)	7,0(4,5+2,5)/ 252(162+90)
Контактная работа (час.), в том числе:	123(70+53)	26(16+10)
лекции (час.)	51(34+17)	6(4+2)
практические (семинарские) занятия (час.)	51(17+34)	6(2+4)
лабораторные работы (час.)	17(17+0)	2(2+0)
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	93(56+37)	217(137+80)
Курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен (36 час.), зачет	зкзамен (9 час.),зачет


Донецк, 2023 г.



Рабочая программа дисциплины «Соппротивление материалов» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», направленность (профиль) «Информационные технологии машиностроения» для 2023 года приёма по очной и заочной форме обучения.

**Составитель:** канд. техн. наук, доцент кафедры

«Основы проектирования машин»

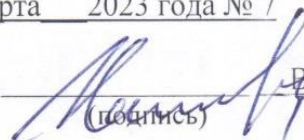
  
(подпись)

А.В. Лукичев

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Основы проектирования машин».

Протокол от « 2 » марта 2023 года № 7

Заведующий кафедрой

  
(подпись)

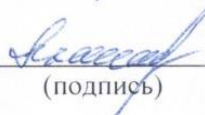
В.Г. Нечепаяев.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Технология машиностроения».

Протокол от « 30 » марта 20 23 года № 8

Заведующий кафедрой

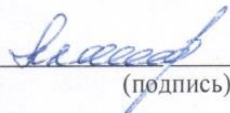
  
(подпись)

А.Н. Михайлов

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Председатель

  
(подпись)

А.Н. Михайлов.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20\_\_ года приёма на заседании кафедры «Основы проектирования машин».

Протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года № \_\_\_\_

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **согласована с выпускающей кафедрой** «Технология машиностроения».

Заведующий кафедрой

(подпись)

(Ф.И.О.)

## **1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Основной целью изучения дисциплины «Сопротивление материалов» является формирование у студентов навыков постановки и решения типовых технических задач с использованием упрощенных инженерных методов, обеспечивающих получение достаточно адекватного результата при сравнительно небольших затратах времени и средств. Реализация этой цели осуществляется на основе исследования напряженно-деформированного состояния одноосных элементов (стержень, вал, балка, стойка) при различных вариантах их статического и динамического нагружения и оценке их прочности, жесткости и устойчивости.

Решение этих задач является своеобразной моделью всей инженерной деятельности, что позволяет формировать у студентов основы инженерного мышления и интуиции на ранних этапах обучения.

В результате освоения дисциплины студент должен знать:

- основные внешние факторы, оказывающие влияние на напряженно-деформированное состояние упругих элементов, в том числе основные механические характеристики материалов и методики их определения;
- основы теории напряженно-деформированного состояния в точке и элементы тензометрии;
- особенности развития напряженно-деформированного состояния при различных видах статического и динамического нагружения при растяжении (сжатии), сдвиге, кручении, изгибе и комбинации этих состояний;
- особенности развития напряженно-деформированного состояния элементов конструкций в условиях их устойчивости;

В результате освоения дисциплины студент должен уметь:

- формировать инженерные расчетные схемы реальных деформируемых технических объектов;
- учитывать и оценивать влияние различных факторов на конечный результат;
- выбирать адекватные методы оценки напряженно-деформированного состояния технических объектов;
- оценивать полученные результаты и делать выводы о прочности, жесткости и устойчивости рассматриваемых объектов;
- определять геометрические характеристики сложных и составных сечений;
- определять внутренние силовые факторы и строить эпюры усилий для основных видов напряженно-деформированного состояния и их комбинаций;
- определять расчетные значения напряжений и перемещений в различных характерных и критических точках элементов конструкций для основных видов напряженно-деформированного состояния и их комбинаций в статически определимых и статически неопределимых системах.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений (УК-2);
- способности участвовать в разработке проектов изделий машиностроения (ОПК-9).

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ**

Дисциплина относится к профессиональному циклу дисциплин базовой части учебного плана специальности 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

Изучение дисциплины базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Высшая математика», «Физика», «Информатика», «Теоретическая механика», «Компьютерная и инженерная графика», «Материаловеде-

ние и технология материалов».

Знания и умения, приобретенные при освоении курса сопротивления материалов, являются основой формирования профессионального инженерного мышления студентов, используются при изучении последующих дисциплин: «Теория механизмов и машин», «Детали машин», «Оборудование машиностроительных производств», «Технологические процессы в машиностроении», «Ремонт и обслуживание машиностроительного оборудования», «Технология машиностроения», «Режущий инструмент», «Системы моделирования и обработки данных в инженерных исследованиях», «Физико-механические методы обработки», «Технологическая оснастка», и непосредственно используются в будущей профессиональной деятельности инженера-технолога.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов (очная/заочная)				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ	Лаб.	СРС
Семестр третий					
Тема 1. Основные понятия и допущения курса	10/6,5	4/0,5	2/0	-	4/6
Тема 2. Одноосное растяжение-сжатие	18/24	4/0,5	4/0,5	4/1	6/22
Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений	14/25	4/0,5	4/ 0,5	-	6/24
Тема 4. Основы теории напряженно-деформированного состояния в точке	16/16,5	4/0	4/0,5	2/0	6/16
Тема 5. Сдвиг и кручение	17/20	4/0,5	3/0,5	4/1	6/18
Тема 6. Плоский поперечный изгиб	31/23	6/1	9/1:4 сем	4/0	12/21
Тема 7. Перемещения при изгибе	35/32	8/1	8/1:4 сем	3/0	16/30
Контактная работа дополнительная	2/8				
Подготовка к экзамену	36/9				
Семестр четвертый					
Тема 8. Сложное напряженное состояние	10/16	2/1	2/1	-	6/14
Тема 9. Основы метода сил	18/26	4/1	4/1	-	10/24
Тема 10. Продольно-поперечный изгиб	9/6	2/0	4/0	-	3/6
Тема 11. Устойчивость сжатых стержней	11/12	2/0	3/0	-	6/12
Тема 12. Основы расчета при динамическом нагружении	9/12	3/0	2/0	-	4/12
Тема 13. Основы расчета на усталость	8/6	2/0	2/0	-	4/6
Тема 14. Специальные разделы и перспективные направления курса	6/6	2/0	-	-	4/6
Контактная работа дополнительная	2/4				
Итого:	252/252	51/6	51/6	17/2	93/217

### Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
(ОПК-9)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14
(УК-2)	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

## 3.2. Лекции

### Тема 1. Основные понятия курса.

#### Содержание темы 1.1:

Вступление. История курса. Общая структура курса. Связь с другими дисциплинами. Основные допущения курса. Схематизация расчетных схем и внешней нагрузки. Формирование расчетных схем. Внешняя нагрузка и внутренние силовые факторы. Метод сечений. Основные виды напряженного состояния в сопротивлении материалов.

Литература к теме 1.1: [1,2,3,4,7]

### Тема 2. Одноосное растяжение-сжатие

#### Содержание темы 1.2:

Одноосное растяжение-сжатие. Внутренние усилия при растяжении-сжатии. Эпюры в сопротивлении материалов. Эпюры продольных усилий. Напряжения при растяжении-сжатии. Эпюры напряжений. Расчет на прочность при одноосном растяжении-сжатии. Критерии прочности. Расчет по допускаемым напряжениям. Деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука. Эпюры продольных смещений. Экспериментальное определение напряжений и перемещений в одноосных стержнях.

Учет собственного веса при растяжении-сжатии. Стержни переменного сечения. Метод начальных параметров при растяжении-сжатии прямолинейных стержней. Стержневые системы. Статически неопределимые стержневые системы. Методы решения. Степень статической неопределимости. Деформированная схема. Уравнения совместности деформаций. Определение усилий, напряжений и деформаций в статически неопределимых стержневых системах при силовом нагружении, температурных и монтажных деформациях.

Механические характеристики материалов. Испытания стандартных образцов. Диаграмма растяжения мягкой (пластичной) стали и ее основные участки. Основные механические характеристики материалов. Разгружение и повторное нагружение образцов. Наклеп. Диаграмма растяжения хрупких материалов. Диаграмма напряжений. Работа внешних сил и потенциальная энергия. Удельная работа и потенциальная энергия. Зависимость свойств материалов от различных внешних факторов.

Литература к теме 2: [1,2,3,4,7]

### Тема 3. Геометрические характеристики плоских сечений.

#### Содержание темы 1.3:

Плоские сечения. Математические определения. Площадь сечения. Статический момент площади. Координаты центра тяжести. Центральные оси. Осевые моменты инерции. Полярный момент инерции. Центробежный момент инерции. Осевые моменты сопротивления. Полярный момент сопротивления. Радиусы инерции. Геометрические характеристики простых сечений. Сечения простой геометрической формы и стандартные сечения. Двутавр. Швеллер. Уголок равнополочный. Уголок неравнополочный. Преобразования системы координат. Параллельный перенос и поворот координатных осей. Главные оси и главные моменты инерции. Геометрические характеристики сложных (составных) сечений. Понятие о секториальных характеристиках. Влияние геометрических характеристик на несущую способность одноосного элемента. Жесткость при растяжении, кручении и изгибе.

Литература к теме 1.3: [1,2,3,4,7]

## **Тема 4. Основы теории напряженно-деформированного состояния**

### Содержание темы 1.4:

Напряженно-деформированное состояние. Линейное напряженно-деформированное состояние. Напряжения на наклонных площадках. Плоское напряженное состояние. Напряженно-деформированное состояние в точке. Напряжения на наклонных площадках. Главные площадки и главные напряжения. Деформации при плоском напряженном состоянии. Обобщенный закон Гука при плоском напряженном состоянии. Чистый сдвиг. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Закон Гука при чистом сдвиге. Объемное напряженное состояние. Тензор напряжений. Инварианты тензора. Максимальные касательные напряжения. Деформации при объемном напряженном состоянии. Обобщенный закон Гука. Относительное изменение объема. Удельная потенциальная энергия. Удельная потенциальная энергия формообразования и изменения объема. Теории и критерии прочности конструкционных материалов. Теории прочности для хрупких и пластичных материалов. Практически методы оценки напряженно-деформированного состояния. Основы тензометрии. Розетка датчиков. Определение напряжений через деформации. Современные представления о прочности материалов и разрушении.

Литература к теме 1.4: [1,2,3,4,7]

## **Тема 5. Сдвиг и кручение.**

### Содержание темы 1.5:

Сдвиг. Срез. Расчет заклепок на прочность. Скалывание. Кручение круглых валов. Внутренние силовые факторы при кручении. Правило знаков. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и деформации при кручении. Расчет на прочность валов различного поперечного сечения при кручении. Расчет на жесткость при кручении. Эпюры касательных напряжений и углов закручивания. Расчет на прочность валов различного поперечного сечения при кручении. Расчет на жесткость при кручении. Напряженное состояние при кручении. Напряжения на наклонных площадках. Главные напряжения. Вычисление крутящего момента через мощность. Кручение валов переменного сечения. Метод начальных параметров при кручении. Статически неопределимые валы. Уравнение совместности деформаций. Кручение некруглых валов. Деформация плоских сечений. Кручение вала прямоугольного сечения. Кручение тонкостенных и открытых профилей.

Литература к теме 1.5: [1,2,3,4,7]

## **Тема 6. Плоский поперечный изгиб.**

### Содержание темы 1.5:

Изгиб. Виды изгиба. Плоский поперечный изгиб. Одноосные элементы, работающие на изгиб. Балки. Рамы. Внутренние усилия при изгибе. Правило знаков. Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в балках. Дифференциальные зависимости при изгибе. Теоремы Журавского. Контроль правильности построения эпюр внутренних силовых факторов при изгибе.

Эпюры изгибающих моментов и поперечных сил в рамах. Правило знаков. Проверка правильности построения эпюр в рамах. Равновесие узловых точек.

Напряжения при изгибе. Нормальные напряжения при изгибе. Эпюры распределения нормальных напряжений по высоте балки. Расчет на прочность при изгибе.

Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Эпюры распределения касательных напряжений по высоте балок различного поперечного сечения. Проверка на прочность при изгибе по максимальным касательным напряжениям.

Напряженное состояние при изгибе. Главные напряжения при изгибе. Расчетные напряжения при изгибе по третьей и четвертой теориям прочности. Полная проверка на прочность при изгибе по расчетным напряжениям. Проверка прочности балок и рам.

Литература к теме 1.6: [1,2,3,4,7]

## **Тема 7. Перемещения при изгибе.**

### Содержание темы 1.7:

Перемещения при изгибе. Основные методы определения. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки при изгибе и его производные. Аналитический метод определения перемещений при изгибе. Физический смысл постоянных интегрирования. Достоинства и недостатки. Точное и приближенное решение. Метод начальных параметров. Силовые и деформационные начальные параметры. Граничные условия. Достоинства и недостатки.

Энергетические методы определения перемещений при изгибе. Закон сохранения энергии. Работа внешних сил и потенциальная энергия при изгибе. Теорема Бетти. Теорема Максвелла. Метод Мора при определении перемещений при изгибе. Единичное состояние. Единичная нагрузка. Достоинства и недостатки. Определение перемещений в балках переменного сечения.

Практический расчет перемещений при изгибе. Правило Верещагина. Определение перемещений в балках и рамах по правилу Верещагина. Единичные и грузовые эпюры..

Применение метода Мора и правила Верещагина при определении перемещений при других видах напряженного состояния. Определение перемещений в стержневых системах и валах.

Литература к теме 1.6: [1,2,3,4,7]

## **Тема 8. Сложное напряженное состояние**

### Содержание темы 2.1:

Сложное напряженное состояние. Основные практические случаи сложного сопротивления. Косой и неплоский изгиб. Напряжения при косом и неплоском изгибе. Расчет на прочность. Нейтральная линия при косом и неплоском изгибе. Эпюры нормальных напряжений при неплоском и косом изгибе. Перемещения при косом и неплоском изгибе. Внецентренное растяжение-сжатие. Напряжения в произвольной точке поперечного сечения. Нейтральная линия. Ядро сечения. Расчет на прочность при внецентренном растяжении-сжатии. Изгиб с кручением. Напряжения при изгибе с кручением. Главные напряжения при изгибе с кручением. Расчет на прочность. Нагружение винтовых пружин. Растяжение винтовых пружин. Изгиб винтовых пружин. Кручение винтовых пружин.

Литература к теме 2.1: [1,2,3,4,7]

## **Тема 9. Основы метода сил**

### Содержание темы 2.2:

Основы расчета статически неопределимых систем при изгибе. Универсальный метод решения статически неопределимых задач в сопротивлении материалов. Метод сил. Последовательность раскрытия статической неопределимости. Определение степени статической неопределимости. Кинематический анализ. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил и их физический смысл.

Решение статически неопределимых задач при изгибе. Расчет статически неопределимых (неразрезных) балок. Особенности выбора основной системы. Расчет статически неопределимых рам.

Использование метода сил при расчете статически неопределимых стержневых и комбинированных систем. Кинематический анализ стержневых систем. Канонические уравнения метода сил для комбинированных и стержневых систем. Табличный метод решения статически неопределимых стержневых систем. Использование метода сил для решения статически неопределимых валов и стержней.

Современные методы решения статически неопределимых задач. Основы и принципы метода конечных элементов.

Литература к теме 2.2: [1,2,3,4,7]

## **Тема 10. Продольно-поперечный изгиб**

### Содержание темы 2.3:

Продольно-поперечный изгиб. Уравнение изогнутой оси стержня при продольно-поперечном изгибе в форме начальных параметров. Расчет сжатых и растянутых стержней.

Литература к теме 2.3: [1,2,3,4,7]

### **Тема 11. Устойчивость сжатых стержней**

Содержание темы 2.4:

Расчет сжатых стержней на устойчивость. Формула Эйлера и границы ее применимости. Критическая сила. Влияние условий закрепления. Гибкость. Критические напряжения. Границы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Формула Джонсона. Практический способ расчета сжатых стержней. Проверочный и проектировочный расчет. Метод последовательных приближения. Коэффициент понижения допускаемых напряжений при расчете на устойчивость.

Литература к теме 2.4: [1,2,3,4,7]

### **Тема 12. Основы расчета при динамическом нагружении**

Содержание темы 2.5:

Динамические нагружения в сопротивлении материалов. Виды динамических нагрузок. Учет сил инерции движущихся систем. Влияние сил инерции на напряженное состояние элементов системы. Виды динамических систем в сопротивлении материалов. Невесомые системы (системы с одной степенью свободы), весомые системы (системы с бесконечным числом степеней свободы) и многомассовые системы. Собственные, свободные и вынужденные колебания. Колебания невесомых систем. Системы с одной степенью свободы. Колебания систем с одной степенью свободы. Собственные колебания систем с одной степенью свободы. Учет сопротивления движению. Определение собственных частот при поперечных (изгибных), продольных и крутильных колебаниях. Свободные колебания систем с одной степенью свободы. Внезапное снятие нагрузки. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при произвольном нагружении. Внезапное приложение нагрузки. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы при гармоническом нагружении. Колебания весомых систем. Системы с бесконечным числом степеней свободы. Колебания систем с бесконечным числом степеней свободы. Собственные колебания систем с бесконечным числом степеней свободы при поперечных, продольных и изгибных колебаниях. Определение спектра собственных частот. Метод начальных параметров в колебаниях весомых систем. Учет сосредоточенных масс. Вынужденные колебания весомых систем при гармоническом нагружении. Приближенные методы расчета многомассовых систем. Метод приведения масс. Метод переноса масс. Основные способы получения уравнения изогнутой оси при колебаниях.

Литература к теме 2.5: [1,2,3,4,7]

### **Тема 13. Основы расчета на усталость**

Содержание темы 2.6:

Нерегулярные виды нагружения. Расчет на усталостную прочность. Расчет на выносливость. Диаграмма Вебера.

Литература к теме 2.6: [1,2,3,4,7]

### **Тема 14. Специальные разделы и перспективные направления развития курса**

Содержание темы 2.7:

Современное состояние курса. Перспективные направления развития инженерных методов расчета на прочность. Расчет по предельным состояниям. Развитие механики разрушения. Применение стандартных вычислительных пакетов. Флаттер.

Литература к теме 2.7: [1,2,3,4,7]



### 3.3. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
Семестр третий			
1	Формирование расчетных схем. Определение активных и реактивных нагрузок. Типы опорных связей и определение опорных реакций в стержневых системах.	2/0,5	[1,3,6,8,9]
2	Метод сечений. Расчет статически определимой стержневой системы на прочность и жесткости. Расчет стержня на прочность и жесткость при растяжении-сжатии.	2/0,5	[1,3,6,8,9]
3	Расчет статически неопределимых стержневых систем при силовом, температурном и монтажном нагружении.	4/0	[1,3,6,8,9]
4	Вычисление геометрических характеристик сложных сечений.	3/0,5	[1,3,6,8,9]
5	Вычисление геометрических характеристик симметричных и несимметричных сложных сечений.	2/0	[1,3,6,8,9]
6	Исследование напряжено-деформированного состояния по различным теориям прочности. Определение напряжений по деформациям.	1/0	[1,3,6,8,9]
7	Построение эпюр крутящих моментов и углов закручивания. Расчет круглого сплошного, трубчатого и тонкостенного вала на прочность и жесткость. Статически неопределимые валы.	3/0,5	[1,3,6,8,9]
Семестр четвертый			
8	Построение эпюр внутренних усилий в консольных балках.	2/0	[1,3,6,8,9]
9	Построение эпюр внутренних усилий в двухопорных балках. Расчет на прочность при изгибе.	4/1	[1,3,6,8,9]
10	Построение эпюр в рамах. Расчет рам на прочность. Полная проверка на прочность рам..	4/0	[1,3,6,8,9]
11	Определение перемещений при изгибе методом начальных параметров	4/0	[1,3,6,8,9]
12	Определение перемещений в балках по правилу Верещагина.	4/1	[1,3,6,8,9]
13	Определение перемещений в рамах по правилу Верещагина.	4/0	[1,3,6,8,9]
14	Вычисление перемещений в стержневых и комбинированных системах по правилу Верещагина.	2/0	[1,3,6,8,9]
15	Расчет статически неопределимых рам методом сил.	4/1	[1,3,6,8,9]
16	Практический способ расчета сжатых стержней на устойчивость	4/1	[1,3,6,8,9]
17	Определение собственных частот весоных и невесоных систем	2/0	[1,3,6,8,9]
Итого:		51/6	

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема занятия	Объем, час.	Литература
Семестр третий			
1	<b>Лабораторная работа №1.</b> Определение модуля упругости конструкционных материалов.	1 / 0	[10]
2	<b>Лабораторная работа №2.</b> Исследование механических харак-	2 / 0	[10]

	теристик конструкционных материалов		
3	<i>Лабораторная работа №3.</i> Испытание конструкционных материалов на сжатие.	1 / 0	[10]
4	<i>Лабораторная работа № 4.</i> Испытание конструкционных материалов на сдвиг	1 / 0	[10]
5	<i>Лабораторная работа №6.</i> Исследование напряжений и деформаций при кручении круглого вала.	2 / 0	[10]
6	<i>Лабораторная работа №8.</i> Испытание балки на двух опорах с консолями на изгиб	2 / 0	[10]
7	<i>Лабораторная работа №9.</i> Определение перемещений в консольной балке при изгибе	1 / 0	[10]
8	<i>Лабораторная работа №10.</i> Проверка теорем о взаимности работ и перемещений	1 / 0	[10]
9	<i>Лабораторная работа №11.</i> Определение перемещений при косом изгибе	2 / 0	[10]
10	<i>Лабораторная работа №12.</i> Определение напряжений при внецентренном растяжении	2 / 0	[10]
11	<i>Лабораторная работа №14.</i> Испытание трехопорной балки	1 / 0	[10]
12	<i>Лабораторная работа №15.</i> Испытание на продольный изгиб	1 / 0	[10]
Итого:		17 / 0	

### 3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
Семестр третий / четвертый		
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	35/81
2	Подготовка к практическим занятиям (не менее 50% от объема аудиторных практических занятий)	30/77
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	16/35
4	Подготовка к экзамену*	36*/9*
5	Решение индивидуальных задач	12/24
Итого:		93 / 217

Индивидуальные задачи, включающие в себя шесть задач, выполняется в разделе и часах для самостоятельной работы:

- «Расчет стержневой системы на прочность и жесткость»;
- «Определение геометрических характеристики сложного сечения»;
- «Расчет вала на прочность и жесткость»;
- «Расчет двухопорной балки на прочность и жесткость»;
- «Расчет статически неопределимой рамы на прочность и жесткость»;
- «Практический расчет сжатой стойки на устойчивость».

Целью решения индивидуальных задач является закрепление навыков расчета на прочность и жесткость при решении наиболее распространенных типовых задач сопротивления материалов. Рекомендуемый объем пояснительной записки – не более 10 страниц формата А4 (210×297).

### **3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание**

Курсовой проект (работа) и индивидуальное расчетно-графическое задание по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

## **4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

### **4.1. Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций**

#### ***Составляющая компетенции – полнота знаний***

– *нулевой уровень*: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы / ответы на два вопроса из трех полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

– *минимальный уровень*: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

– *пороговый уровень*: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;

– *средний уровень*: Даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущен ряд негрубых ошибок;

– *продвинутый уровень*: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;

– *высокий уровень*: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

#### ***Составляющая компетенции – умения***

– *нулевой уровень*: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены;

– *минимальный уровень*: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу, специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *пороговый уровень*: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

– *средний уровень*: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *продвинутый уровень*: в целом понимает суть методики решения, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

– *высокий уровень*: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой опыт, нормативно-правовые акты.

#### ***Составляющая компетенции – владение навыками***

– *нулевой уровень*: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

– *минимальный уровень*: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач;

– *пороговый уровень*: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

– *средний уровень*: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

– *продвинутый уровень*: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

– *высокий уровень*: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

#### ***Обобщенная оценка сформированности компетенций***

– *нулевой уровень*: компетенции не сформированы;

– *минимальный уровень*: значительное количество компетенций не сформировано;

– *пороговый уровень*: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;

– *средний уровень*: все компетенции сформированы на среднем уровне;

– *продвинутый уровень*: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;

– *высокий уровень*: все компетенции сформированы на высоком уровне.

#### **4.2. Вопросы к экзамену и зачету**

1. История, структура и задачи курса. Место курса в инженерном образовании. Основные виды расчета. Внешние и внутренние силы. Метод сечений.

2. Внутренние усилия и напряжения при растяжении-сжатии. Эпюры внутренних усилий и напряжений. Расчет на прочность при растяжении-сжатии.

3. Деформации при растяжении-сжатии. Закон Гука. Продольная, поперечная и объемная деформация. Коэффициент Пуассона.

4. Диаграмма растяжения пластичной стали. Механические характеристики материалов. Разгрузка и повторное нагружение материала. Диаграмма растяжения хрупких материалов. Диаграмма напряжений. Работа внешних сил и потенциальная энергия при растяжении.

5. Статически неопределимые задачи при растяжении-сжатии. Порядок расчета. Степень статической неопределимости. Формирование деформированной схемы. Уравнения совместности деформаций. Температурные и монтажные напряжения.

6. Растяжение стержней переменного и ступенчатого поперечного сечения.

7. Учет собственного веса при растяжении-сжатии.

8. Одноосное напряженное состояние. Напряжения на наклонных площадках.

9. Плоское напряженное состояние. Определение напряжений на произвольных площадках через общие напряжения на заданных площадках. Главные напряжения и главные площадки в плоском напряженном состоянии. Прямая и обратная задача теории упругости.

10. Объемное напряженное состояние. Тензор напряжений. Максимальные касательные напряжения.

11. Обобщенный закон Гука при плоском и объемном напряженном состоянии.

12. Критерии и теории прочности. Теории прочности для хрупких и пластичных материалов. Условия прочности по различным теориям.

13. Работа внешних сил и удельная потенциальная энергия при объемном напряженном состоянии. Удельная потенциальная энергия изменения объема и удельная потенциальная энергия формообразования.

14. Основные геометрические характеристики плоских сечений. Сложные и простые сечения. Геометрические характеристики стандартных сечений и сечений простой геометрической формы.



15. Преобразование системы координат. Определение моментов инерции при параллельном переносе и повороте координатных осей.
16. Главные оси и моменты инерции относительно главных осей.
17. Геометрические характеристики сложных сечений. Момент инерции и положение центра тяжести сложного сечения.
18. Сдвиг. Сдвиг в пластичных и хрупких материалах. Расчет заклепки на срез и на смятие.
19. Чистый сдвиг. Признаки чистого сдвига. Напряжения и деформации при сдвиге. Закон Гука при сдвиге. Допускаемые напряжения при сдвиге.
20. Методы измерения напряжений. Розетка датчиков. Вычисление напряжений по деформациям.
21. Кручение круглых стержней. Напряжения и деформации при кручении. Эпюры крутящих моментов и углов закручивания.
22. Условие прочности вала. Расчет на прочность круглого сплошного, полого и тонкостенного вала.
23. Условие жесткости вала. Расчет на жесткость круглого сплошного, полого и тонкостенного вала.
24. Вычисление крутящего момента через мощность.
25. Статически неопределимые валы. Уравнение совместности деформаций.
26. Изгиб. Виды изгиба. Плоский поперечный изгиб. Внутренние силовые факторы при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил. Правило знаков.
27. Дифференциальные соотношения при изгибе. Теоремы Журавского. Проверка правильности построения эпюр в балках.
28. Построение эпюр внутренних силовых факторов в рамах. Проверка правильности построения эпюр в рамах.
29. Нормальные напряжения при изгибе. Расчет балок на прочность.
30. Касательные напряжения при изгибе. Формула Журавского. Касательные напряжения в балках прямоугольного и двутаврового поперечного сечения.
31. Главные напряжения при изгибе. Полная проверка прочности балки и рамы с учетом касательных напряжений.
32. Дифференциальное уравнение изогнутой оси балки. Аналитический метод определения перемещений при изгибе.
33. Метод начальных параметров при изгибе.
34. Работа внешних сил и потенциальная энергия при изгибе.
35. Метод Мора. Вычисление перемещений в упругих системах. Определение перемещений по методу Мора в изгибных и стержневых системах.
36. Правило Верещагина при вычислении перемещений.
37. Основы метода сил. Степень статической неопределимости. Основная та эквивалентная система. Канонические уравнения.
38. Расчет статически неопределимых балок методом сил.
39. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил.
40. Сложное сопротивление. Виды сложного напряженного состояния, их особенности и составляющие.
41. Косой изгиб. Напряжения. Нейтральная линия. Условие прочности.
42. Перемещения при косом изгибе.
43. Неплоский изгиб. Напряжения. Нейтральная линия. Условие прочности.
44. Изгиб с кручением. Расчетные напряжения. Условие прочности.
45. Внецентренное растяжение-сжатие. Расчетные напряжения. Нейтральная линия.
46. Условие прочности при внецентренном растяжении-сжатии. Ядро сечения.
47. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера. Влияние условий закрепления на устойчивость.
48. Критические напряжения. Граница применимости формулы Эйлера.

49. Критические напряжения по Ясинскому. Предельная гибкость.
50. Практический расчет сжатых стержней на устойчивость.
51. Классификация динамических систем в сопротивлении материалов. Виды колебаний.
52. Собственные колебания систем с одной степенью свободы.
53. Свободные колебания систем с одной степенью свободы.
54. Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы.

### 4.3. Пример экзаменационного билета

**ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»**

Уровень высшего профессионального образования **бакалавриат**

Направление подготовки **15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»**

Направленность (профиль) **«Информационные технологии машиностроения»**

Семестр **3 (осенний)/4 (весенний)**

Учебная дисциплина **Сопротивление материалов**

#### ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Критерии и теории прочности. Теории прочности для хрупких материалов.
2. Подобрать диаметр вала из условия прочности и жесткости (рис.1), если  $[\tau]=80$  МПа,  $[\Theta]=0,035$  м<sup>-1</sup>.
3. Построить эпюру изгибающих моментов и поперечных сил (рис.2).

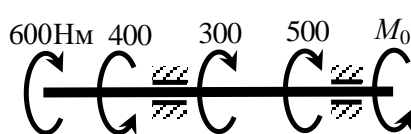


Рисунок 1

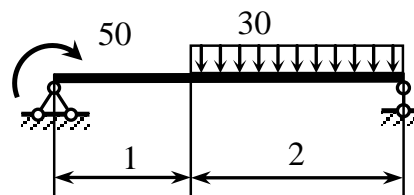


Рисунок 2

Утверждено на заседании кафедры Основы проектирования машин

Протокол № 1 от 28 августа 2022 года

Зав. кафедрой

Экзаменатор

проф. Нечепаяев В.Г.

доц. Лукичев А.В.

### 4.4. Критерии оценивания

Оценка испытания по 100-балльной шкале формируется как сумма баллов набранных за ответы на вопросы билета. По каждому вопросу:

– «33,3 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно, логично, четко и ясно предоставлять грамотные, правильные ответы на поставленный вопрос с использованием терминологии и символики в необходимой логической последовательности, а также сведений из других дисциплин и знаний, приобретенных ранее; твердые практические навыки с творческим применением полученных теоретических знаний; использование и предоставление полного обоснования наиболее эффективных и рациональных методов поиска решения; умение использовать приобретенные знания и навыки в нестандартных ситуациях, требующих выхода на иной, более высокий уровень знаний; приведены аналитические зависимости и расчеты;

– «26,6 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент проявил высокий уровень знаний при ответе на вопрос, показал умение применять теоретические знания для решения поставленной задачи, четко владеет и применяет аналитические зависимости для условий задачи, умеет формулировать выводы, однако при решении задачи допустил неточности, недостаточно обосновал допущения, которые использовались при решении задачи;

– «20 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил умение свободно предоставлять правильные ответы на поставленные вопросы с использованием

терминологии, а также знаний, приобретенных ранее; наличие несущественных недостатков или нарушения последовательности изложения; использование не самых рациональных методов поиска решения; незначительные недостатки или ошибки в расчетах;

– «13,3 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил базовые знания по вопросу, знание основных аналитических зависимостей, описывающих заданный процесс, однако допустил существенные ошибки при выполнении расчетов, не смог систематизировать исходные данные и сформулировать выводы;

– «6,66 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил владение основными положениями материала, но фрагментарно и непоследовательно дает ответы на поставленные вопросы; слабые практические навыки; поиск решения типовых стандартных задач нерациональными способами с принципиальными ошибками;

– «0 баллов» – выставляется, если при ответе на вопрос студент обнаружил незначительный общий объем знаний, отсутствие навыков в решении задач по различным темам дисциплины допустил принципиальные ошибки при решении задач, которые не дают возможности выполнить задание, или если решение задачи отсутствует.

Перевод оценки из 100-балльной в государственную и ECTS осуществляется в соответствии со шкалой, приведенной в «Положении об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

**Текущий контроль** знаний студентов производится по результатам самостоятельной работы во время проведения практических занятия и по результатам тестовых опросов.

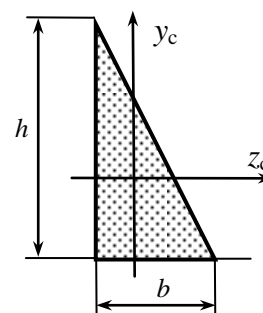
**Промежуточная аттестация** по результатам усвоения дисциплины в семестре производится в форме семестрового экзамена в соответствии с «Положением об организации учебного процесса в Донецком национальном техническом университете».

Для определения уровня знаний студентов руководствуются критериями оценки знаний, являющимися составляющей учебно-методического комплекса дисциплины.

#### 4.5. Примеры тестов для текущего контроля

1. По какой формуле можно вычислить центробежный момент инерции плоского сечения в форме прямоугольного треугольника в системе центральных осей  $y_c$  и  $z_c$ :

$$\begin{array}{ll} 1) J_{y_c z_c} = \frac{bh^3}{36}; & 2) J_{y_c z_c} = \frac{hb^3}{36}; \\ 3) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{72}; & 4) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{24}; \\ 5) J_{y_c z_c} = \frac{bh^2}{24}; & 6) J_{y_c z_c} = -\frac{b^2 h^2}{12} \end{array}$$



#### 4.6. Примеры задач для промежуточной аттестации

Пример 2.1 Построить эпюры внутренних усилий, нормальных напряжений и переме-

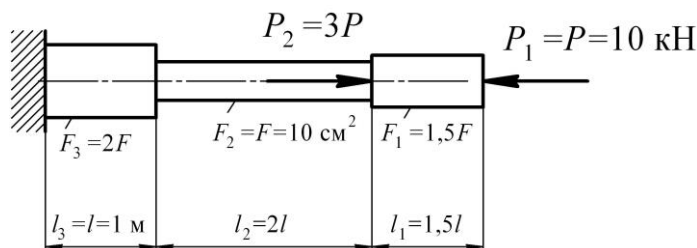


Рисунок 1 – Графическое условие к задаче

щений сечений стального ступенчатого стержня (допустимое напряжение 160 МПа, модуль Юнга –  $2 \times 10^{11}$  Па), изображенного на рис. 1.

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *I Основная литература*

1. Деменчук, Н. П. Прикладная механика. Сопротивление материалов : учебно-методическое пособие / Н. П. Деменчук. — Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. — 39 с. <https://www.iprbookshop.ru/67576.html>
2. Агаханов, М. К. Сопротивление материалов: учебное пособие / М. К. Агаханов, В. Г. Богопольский. — Москва : Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2016. — 268 с. <https://www.iprbookshop.ru/42912.html>
3. Королев, П. В. Механика, прикладная механика, техническая механика : учебное пособие / П. В. Королев. — Саратов : Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 279 с. — ISBN 978-5-4497-0243-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/87388.html>

### *II Дополнительная литература:*

4. Рябцев, В. А. Основы механики : учебное пособие / В. А. Рябцев, А. А. Воропаев, Д. В. Хван. — Москва : Ай Пи Ар Медиа, 2021. — 295 с. <https://www.iprbookshop.ru/108306.html>
5. Зиомковский, В. М. Прикладная механика : учебное пособие / В. М. Зиомковский, И. В. Троицкий. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2015. — 288 с. — ISBN 978-5-7996-1501-7. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68280.html>
6. Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов / Э. А. Буланов. — 6-е изд. — Москва : Лаборатория знаний, 2020. — 216 с. — ISBN 978-5-00101-797-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/6567.html>

## 6. УЧЕБНО\_МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Учебно-методические издания, разработанные в ДОННТУ:**

#### К выполнению индивидуального задания:

7. **Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Сопротивление материалов»** : (для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование» (профили «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика», «Технологии, оборудование и автоматизация машиностроительных производств», «Инжиниринг и технический менеджмент металлургического оборудования»), 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» (профиль «Информационные технологии машиностроения»), 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (профиль («Компьютерный инжиниринг транспортных логистических систем), 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» (профили «Робототехника и гибкие производственные системы», «Системы управления робототехническими комплексами»), 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии» (профиль «Машины и аппараты химических производств»)) / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: А. В. Лукичев, Ю. В. Петтик, М.В. Бريدун – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

8. **Методические указания к выполнению практических работ по дисциплинам «Сопротивление материалов» и «Прикладная механика»** : (для студентов бакалавриата



всех форм обучения по направлениям подготовки 12.03.01 «Приборостроение», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы») / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: Ю. В. Петтик, А. В. Лукичев, Ю. Л. Ветряк, В. Н. Савенков, М. В. Бридун. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. доступ через личный кабинет студента).

**9. Методические указания и индивидуальные задания к выполнению расчетно-проектировочных работ по курсам «Сопротивление материалов» и «Прикладная механика» :** (для студентов бакалавриата всех форм обучения по направлениям подготовки 12.03.01 «Приборостроение», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы») / ГОУВПО «ДОННТУ» ; сост.: А. В. Лукичев, Ю. В. Петтик, В. Н. Савенков, Ю. Л. Ветряк, М. В. Бридун. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. . (доступ через личный кабинет студента)

**10. Методические указания к лабораторным работам по курсам «Сопротивление материалов» и «Прикладная механика» :** (для студентов бакалавриата всех форм обучения по направлениям подготовки 12.03.01 «Приборостроение», 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника», 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», 15.03.06 «Мехатроника и робототехника», 18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», 22.03.01 «Материаловедение и технологии материалов», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы») / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. основ проектирования машин ; сост.: Ю. В. Петтик, А. В. Лукичев, Ю. Л. Ветряк, В. Н. Савенков, М. В. Бридун. – Донецк : ДОННТУ, 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана. (доступ через личный кабинет студента)

#### **Электронно-информационные ресурсы**

ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

ЭБС IPR SMART - <http://iprbookshop.ru>

## **7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

1. Специализированная лаборатория № 2.006, учебный корпус 2, для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Pentium III 807MGz (ОС – Ubuntu 14.04 Lts (бесплатная версия), OpenOffice 3.1.1 (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, парты, демонстрационные стенды и плакаты; машина для испытания на разрыв 100 Т, машина для испытания на разрыв 50 Т; прибор для определения твёрдости по Роквеллу, твердомер «ТП» (наглядное пособие), пресс для испыта-

ния, измерители деформации, установки типа СМ4А установки для определение критических сил СМ-20, установки СМ-21М, прессы гидравлические 4Т, приборы для определения модуля сдвига, установки для испытаний балки, установки для проверки законов изгиба балки, установки для испытаний стержней, машина КМ-50, копёр типа МК-30).

2. Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2, 3 (Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС – Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 – общественная лицензия MPL 2.0, GrubloaderforALTLinux – лицензия GNU LGPLv3, MozillaFirefox – лицензия MPL2.0, Moodle (ModularObject-OrientedDynamicLearningEnvironment) – лицензия GNU GPL).

3. Учебная аудитория № 6.309, учебный корпус 6, для проведения занятий лекционного типа: ноутбук (ОС – Windows 8.1 Professional x 86/64 (академическая подписка Dream Spark Premium), Libre Office 3.3.0.4 (лицензия GNU LGPL v3+ и MPL 2.0), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

4. Компьютерный класс № 6.312, учебный корпус 6, для проведения лабораторных занятий (лицензионное специализированное ПО – Система автоматизированного проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства APM WinMachine); ОС – Microsoft Windows XP Professional OEM; мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).