

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»  
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

« 21 » 02 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.20**

Сопротивление материалов

Учебный план: 2023-2024 15.03.02 ВШПМ Принтмедиасист и комплексы ОО 1-1-135.plx

Кафедра:

**2**

Полиграфического оборудования и управления

Направление подготовки:  
(специальность)

15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки:  
(специализация)

Принтмедиасистемы и комплексы

Уровень образования:

бакалавриат

Форма обучения:

очная

### План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоём- кость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
4	УП	34	17	17	49	27	4	Экзамен
	РПД	34	17	17	49	27	4	
Итого	УП	34	17	17	49	27	4	
	РПД	34	17	17	49	27	4	

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование, утверждённым приказом Минобрнауки России от 09.08.2021 г. № 728

Составитель (и):

Старший преподаватель

\_\_\_\_\_

Степанов  
Евгеньевич

Пётр

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой полиграфического оборудования  
и управления

\_\_\_\_\_

Тараненко Елена  
Юрьевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Тараненко Елена  
Юрьевна

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области базовых расчетов на прочность, жесткость и устойчивость применительно к элементам технологического оборудования.

### 1.2 Задачи дисциплины:

Рассмотреть базовые методы теории сопротивления материалов, применяемые для расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов конструкций технологического оборудования.

Раскрыть сущность явлений, возникающих в процессе деформирования материалов.

Показать особенности расчета элементов конструкций статически определимых и статически неопределимых систем.

Выработать навыки исследования напряженного и деформированного состояния, расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов технологического оборудования при растяжении (сжатии), кручении, изгибе, а также сложно-деформированном состоянии.

### 1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Теоретическая механика

Материаловедение

Инженерная графика

Математика

Физика

## 2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**ОПК-13: Способен применять стандартные методы расчета при проектировании деталей и узлов технологических машин и оборудования**

**Знать:** Основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов; методы, лежащие в основе расчетов на прочность, жёсткость, и устойчивость элементов конструкций.

**Уметь:** Выбирать и применять соответствующие теории прочности при проектировании и расчете элементов машиностроительных конструкции из условий прочности, жесткости и устойчивости.

**Владеть:** Навыками проведения инженерных расчетов на прочность, жесткость и устойчивость деталей и узлов машиностроительных конструкций.

## 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Инновац. формы занятий	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)			
Раздел 1. Основные положения сопротивления материалов. Растяжение и сжатие.	4						О
Тема 1. Основные задачи сопротивления материалов. Допущения и гипотезы. Метод сечений. Виды нагружений. Напряжения, перемещения, деформации. Принцип Сен- Венана.		2			4	ИЛ	
Тема 2. Продольные силы при растяжении (сжатии). Построение эпюр продольных сил. Расчеты на прочность при растяжении (сжатии). Деформация стержней с учетом собственного веса.		6	2	4	4		
Тема 3. Статически определимые и статически неопределимые системы. Статически неопределимые системы из растянутых и сжатых стержней. Метод перемещений.		2	2		4		
Тема 4. Закон Гука, коэффициент Пуассона. Напряженное и деформированное состояния при растяжении и сжатии. Механические испытания материалов на растяжение и сжатие.		2	2		4		
Раздел 2. Чистый сдвиг. Кручение.							О

Тема 5. Чистый сдвиг. Напряжения и деформации при чистом сдвиге. Применение теории чистого сдвига к расчету болтовых и заклепочных соединений.		2	1		4		
Тема 6. Деформация кручения. Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Эпюры крутящих моментов. Напряжения и деформации при кручении вала. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.		4	1	4	4	ИЛ	
Тема 7. Геометрические характеристики поперечных сечений бруса. Статические моменты и моменты инерции сечения. Главные оси и главные моменты инерции.		2	2		4		
Тема 8. Изгиб. Поперечные силы и изгибающие моменты в сечениях балок. Построение эпюр. Нормальные напряжения при изгибе. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе. Линейные и угловые перемещения при изгибе.		4	2	4	4		
Раздел 3. Напряженное и деформированное состояние. Устойчивость.							
Тема 9. Основы теории напряженного и деформированного состояний. Напряженное состояние в точке. Деформированное состояние. Обобщенный закон Гука.		2	1		4	ИЛ	О

Тема 10. Сложно-деформированное состояние. Расчет вала при совместном действии изгиба и кручения. Классические теории прочности.		4	2	4	4		
Тема 11. Устойчивость сжатых стержней. Формула Эйлера, предел применимости формулы Эйлера. Проверка сжатых стержней на устойчивость.		2	1		4		
Тема 12. Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени. Циклы напряжений. Предел выносливости. Местные напряжения. Коэффициент концентрации напряжений.		2	1	1	5		
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	17	17	49		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)		2,5			24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>		70,5			73,5		

#### 4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

#### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

##### 5.1 Описание показателей, критериев и системы оценивания результатов обучения

##### 5.1.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения	Наименование оценочного средства
-----------------	--	----------------------------------

ОПК-13	Объясняет сущность явлений, возникающих в процессе деформирования материалов. Знает основные принципы, положения и гипотезы сопротивления материалов. Выполняет расчет на прочность, жесткость и устойчивость элементов технологического оборудования при растяжении (сжатии), кручении, изгибе, а также сложно-деформированном состоянии. Выполняет расчеты на прочность и жесткость при кручении, строит эпюры крутящих моментов. Выполняет исследование и расчет напряженного и деформированного состояния элементов конструкций. Рассчитывает типовые элементы конструкций на прочность, жесткость и устойчивость при различных видах напряжений.	Вопросы для устного собеседования.  Решение практико-ориентированных задач.  Решение практико-ориентированных задач.
--------	---	--

### 5.1.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области, умение использовать теоретические знания для решения практических задач. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
4 (хорошо)	Ответ полный и правильный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. При ответе допущены несущественные ошибки, которые уточняются только в процессе собеседования. Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки.	

	Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
3 (удовлетворительно)	Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.	
2 (неудовлетворительно)	Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки).	

## 5.2 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

### 5.2.1 Перечень контрольных вопросов

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 4	
1	Основные положения сопротивления материалов: допущения, гипотезы, применяемые схемы. Основные принципы сопротивления материалов. Простейшие типы деформации стержней.
2	Метод сечений и его применение. Внутренние силовые факторы. Общие приемы определения внутренних силовых факторов методом сечений.
3	Внутренние силы и напряжения, возникающие в поперечных сечениях бруса при осевом растяжении и сжатии. Основные типы задач расчета стержней по условию прочности.
4	Влияние собственного веса на напряжение и деформации стержней. Условие прочности при учете собственного веса.
5	Статически определимые и статически неопределимые системы. Основные виды опор балок. Вычисление степени неопределимости системы и выбор основной системы.
6	Применение метода перемещений при раскрытии статической неопределимости систем, состоящих из растянутых и сжатых стержней.
7	Применение метода перемещений при раскрытии статической неопределимости систем, состоящих из растянутых и сжатых стержней.
8	Испытание материалов на растяжение и сжатие. Диаграммы растяжений и основные механические характеристики материалов.
9	Напряжения и деформации, возникающие при чистом сдвиге. Определение положения секущих площадок, на которых действуют только нормальные напряжения.
10	Применение теории чистого сдвига к расчету болтовых и заклепочных соединений. Расчет болтовых и заклепочных соединений на прочность.
11	Кручение бруса с круглым поперечным сечением. Правило знаков для крутящих моментов, расчет крутящих моментов, эпюры крутящих моментов.
12	Построение эпюр касательных напряжений и угловых перемещений при кручении. Расчеты на прочность и жесткость при кручении.

13	Статические моменты и моменты инерции сечения, центральные оси, центр тяжести сечения. Преобразование статических моментов и моментов инерции при параллельном переносе осей координат.
14	Преобразование моментов инерции при повороте системы координат. Главные оси и главные моменты инерции.
15	Правила знаков для внутренних силовых факторов, возникающих при изгибе. Построение эпюр изгибающих моментов и поперечных сил.
16	Напряжения, возникающие в брус при чистом изгибе. Расчеты на прочность и жесткость при изгибе.
17	Напряженное состояние в точке, определение напряжений на площадке общего положения. Главные оси, главные площадки, главные напряжения.
18	Деформированное состояние в точке. Главные оси деформированного состояния, главные деформации. Обобщенный закон Гука.
19	Сложно-деформированное состояние. Расчет вала при совместном действии изгиба и кручения.
20	Классические теории прочности: критерии пластичности и разрушения. Границы применимости классических теорий прочности.
21	Устойчивость сжатых стержней. Задача Эйлера, формула Эйлера, предел применимости формулы Эйлера.
22	Проверка сжатых стержней на устойчивость. Практические приемы расчета на прочность и устойчивость сжатых стержней.
23	Основные характеристики цикла и предел выносливости. Связь предела выносливости и предела прочности. Коэффициент концентрации напряжений.
24	Расчеты на прочность при напряжениях, переменных во времени.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

не предусмотрены

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

1. Постройте эпюры нормальных сил, напряжений и перемещений по длине ступенчатого стержня, нагруженного силами.
2. Определить положение центра тяжести фигуры, рассчитав статические моменты сложного сечения.
3. Для стальной двухопорной балки, испытывающей прямой изгиб, построить эпюры поперечных сил и изгибающих моментов. Балка нагружена равномерно распределенной нагрузкой  $q$ , точечными силами.

### 5.3 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности)

#### 5.3.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

#### 5.3.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☒ Письменная ☐ Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

#### 5.3.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

При проведении экзамена время, отводимое на подготовку, составляет не более 40 минут. Для выполнения практического задания предоставляется необходимая справочная информация, обучающимся необходимо иметь линейку, карандаш, калькулятор.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
<b>6.1.1 Основная учебная литература</b>				
Щербакова, Ю. В.	Сопротивление материалов	Саратов: Научная книга	2019	<a href="http://www.iprbookshop.ru/81048.html">http://www.iprbookshop.ru/81048.html</a>
Агапов, В. П.	Сопротивление материалов	Москва: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ	2014	<a href="http://www.iprbookshop.ru/26864.html">http://www.iprbookshop.ru/26864.html</a>
<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Цобкалло Е. С.	Сопротивление материалов. Механика материалов и конструкций. Самостоятельная работа	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017641">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017641</a>

### 6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД (<http://publish.sutd.ru>).
3. Электронный каталог фундаментальной библиотеки СПбГУПТД (<http://library.sutd.ru>).

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftOfficeProfessional

Microsoft Windows

Columbus. Сопротивление материалов. Виртуальные лабораторные работы

### 6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Компьютерный класс	Мультимедийное оборудование, компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду