

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор, проректор по  
УР

\_\_\_\_\_ А.Е. Рудин

«21» февраля 2023 года

## Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.16** Сопротивление материалов

Учебный план: 2023-2024 15.03.02 ИИТА КИТМ ОО №1-1-148.plx

Кафедра: **41** Инженерного материаловедения и метрологии

Направление подготовки:  
(специальность) 15.03.02 Технологические машины и оборудование

Профиль подготовки: Компьютерный инжиниринг технологических машин  
(специализация)

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				
3	УП	17	17	17	66	27	4	Экзамен
	РПД	17	17	17	66	27	4	
Итого	УП	17	17	17	66	27	4	
	РПД	17	17	17	66	27	4	

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

Составитель (и):

доктор технических наук, Профессор

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой инженерного материаловедения  
и метрологии

\_\_\_\_\_

Цобкалло Екатерина  
Сергеевна

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_

Марковец Алексей  
Владимирович

Методический отдел:

\_\_\_\_\_

## 1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

**1.1 Цель дисциплины:** Сформировать компетенции обучающегося в области применения стандартных методов расчета деталей и элементов конструкций на их механическую надежность.

**1.2 Задачи дисциплины:**

- Рассмотреть методы стандартных испытаний по определению механических свойств материалов;
- Рассмотреть особенности поведения материалов и элементов конструкций под действием растягивающих, сжимающих, изгибающих, скручивающих, сдвигающих нагрузок и деформаций;
- Раскрыть принципы оценки надежности элементов конструкций при заданных условиях нагружения;
- Раскрыть принципы подбора геометрии нагруженных деталей с учетом обеспечения их механической надежности.

**1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:**

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

Физика

Математика

## 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 науки о сопротивлении материалов	3						О
Тема 1. Понятие о механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций. Деформации и напряжения. Виды нагруженно-деформированных состояний. Лабораторная работа: Диаграмма растяжения металлов.		1		4	3	ИЛ	
Тема 2. Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Условия прочности и жесткости. Практическая работа: Уравнение равновесия. Определение внутренних силовых факторов методом сечений.		2	2		7	ИЛ	
Раздел 2. Растяжение (сжатие).							
Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука. Лабораторная работа: Определение модуля Юнга. Практическая работа: Подбор сечений конструкций из условия прочности.		2	2	3	10	ИЛ	О

Тема 4. Расчет статически неопределимых систем; план сил, перемещений, подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций. Лабораторная работа: Определение допускаемых напряжений. Практическая работа: Расчёт статически-неопределимых конструкций.	2	3	2	10	ИЛ	
Раздел 3. Сдвиг. Кручение						
Тема 5. Сдвиг. Касательные напряжения. Условие прочности при сдвиге. Лабораторная работа: Определение модуля сдвига.	2		4	4	ИЛ	
Тема 6. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости. Практическая работа: Кручение. Напряжения и деформации при кручении. Условие прочности и жесткости. Подбор рациональных размеров конструкций. Практическая работа: Кручение.	2	2		10	ИЛ	О
Раздел 4. Поперечный изгиб						
Тема 7. Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Практическая работа: Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций.	3	4		12	ИЛ	О

Тема 8. Напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций. Деформации при изгибе. Практическая работа: Касательные напряжения при плоском изгибе. Деформации при изгибе. Лабораторная работа: Определение нормальных напряжений при изгибе.	3	4	4	10	ИЛ	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	17	66		
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			24,5		
<b>Всего контактная работа и СР по дисциплине</b>	53,5			90,5		

#### 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	Даёт определения основных понятий, связанных с механической надёжностью конструкций и изделий. Различает и анализирует виды напряжённо-деформированных состояний нагруженных изделий и конструкций. Ставит цели и определяет пути решения задач, решает различные типы задач, связанных с расчётом конструкций и изделий на механическую надёжность	Вопросы устного собеседования Практико-ориентированные задания

##### 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. Критический, оригинальный подход к	
4 (хорошо)	Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный.	
3 (удовлетворительно)	Ответ не полный, основанный на проработке не всех обязательных источников информации. Наличие существенных ошибок	
2 (неудовлетворительно)	Ответ не верный. Слабое понимание материала. Наличие существенных ошибок в большом количестве	

## 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 3	
1	Сравните нормальные и касательные напряжения при изгибе.
2	Нормальные напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций при изгибе. Примеры.
3	Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе. Примеры Условие прочности и подбор размеров конструкций.
4	Деформации при кручении. Подбор сечений из условия жёсткости или проверка жёсткости конструкции при кручении. Примеры.
5	Условие прочности при кручении. Подбор сечений из условия прочности или проверка прочности конструкции при кручении. Примеры
6	Внешние и внутренние силовые факторы при кручении. Примеры.
7	Сдвиг. Касательные напряжения при сдвиге. Условие прочности при сдвиге.
8	Подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций статически неопределимых систем.
9	План решения статически неопределимых задач.
10	Статически неопределимых системы. Примеры.
11	Закон Гука. Границы применимости.
12	Подбор сечений элементов конструкций из условий прочности и жёсткости. Примеры.
13	Статически-определимые системы. Примеры. План решения статически-неопределимых задач.
14	Условия прочности и жесткости. Примеры конкретных технологических задач с при-менением этих условий.
15	Внутренние силовые факторы. Примеры применения метода сечений для определения внутренних силовых факторов.
16	Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Примеры применения условий статики для конкретных конструкций и изделий.
17	Деформации и напряжения. Примеры различных видов нагруженно-деформированных состояний.
18	Понятия механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций.
19	Деформации при изгибе.

### 5.2.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено

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

Типовые практико-ориентированные задания (задачи) находятся в Приложении к данной РПД.

## 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

- Время на подготовку ответа – до 25 минут.
- Время на ответ по билету – до 15 минут.

## 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>				
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>
Цобкалло Е. С., Москалюк О. А.	Сопротивление материалов. Механика материалов и конструкций. Изгиб	СПб.: СПбГУПТД	2017	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017640">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017640</a>

<b>6.1.2 Дополнительная учебная литература</b>				
Цобкалло Е. С.	Механика материалов и конструкций. Терминология, основные определения и формулы, вопросы и задания для контрольных заданий	СПб.: СПбГУПТД	2014	<a href="http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1729">http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=1729</a>

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

1. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД (<http://publish.sutd.ru>)
2. 3. Электронно-библиотечная система IPRbooks (<http://www.iprbookshop.ru>).
3. Портал Росстандарта по стандартизации [Электронный ресурс]. URL:<http://standard.gost.ru/wps/portal/>
4. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) [Электронный ресурс]. URL:<http://www.gost.ru/wps/portal/>

### 6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Microsoft Windows  
Microsoft Office Standart Russian Open No Level Academic

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

1. Стандартно оборудованная лаборатория сопротивления материалов на 15 мест.
2. Научно-исследовательская лаборатория Механики ориентированных полимеров.

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

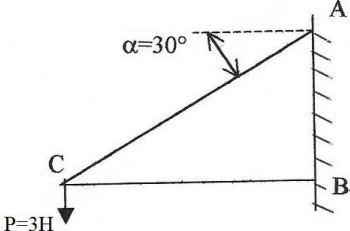

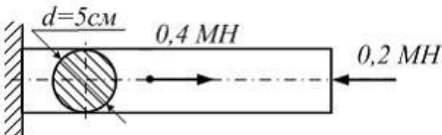
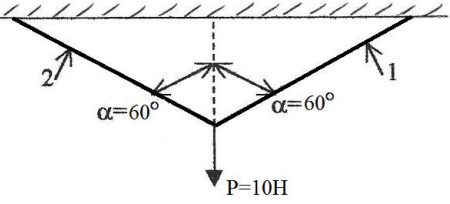
## Приложение

рабочей программы дисциплины Сопrotивление материалов

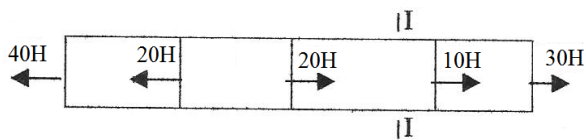
по направлению подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование

наименование ОП (профиля): Компьютерный инжиниринг технологических машин

### 5.2.3 Типовые практико-ориентированные задачи

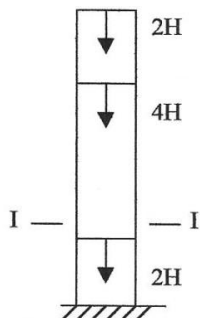
№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных задач
1	<p><b>Тема 1. Понятие о механической надежности - прочности, жесткости, устойчивости элементов конструкций. Деформации и напряжения. Виды нагруженно-деформированных состояний.</b></p> <p>С целью выбора материала конструкции, отвечающего условиям экономичности и надежности, конструкторскому отделу предприятия по проектированию лифтового оборудования необходимо определить величину внутреннего усилия, возникающего в стержне СА, нагруженного соответственно рисунку.</p> 
2	<p><b>Тема 2. Внешние силовые факторы. Условия равновесия. Внутренние силовые факторы. Метод сечений. Условия прочности и жесткости.</b></p> <p>Для установления оптимальных условий эксплуатации детали деревянной конструкции определите предельное значение нагрузки на сосновую стойку сечением <math>10 \times 10 \text{ см}^2</math>, если допускаемое напряжение на смятие для сосны вдоль волокон равно <math>[\sigma_{\parallel}] = 100 \text{ кг/см}^2</math>.</p> 
3	<p><b>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</b></p>  <p>Схема нагружения детали лифтового оборудования, выполненного из пластичного материала стержня круглого поперечного сечения диаметром <math>d = 5 \text{ см}</math>, приведена на рисунке. Фактический коэффициент запаса прочности должен быть не менее двух. Определить предел текучести (минимальное значение) материала для этого стержня.</p>
4	<p><b>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</b></p> <p>С целью выбора материала конструкции, отвечающего условиям экономичности и надежности, конструкторскому отделу предприятия по проектированию лифтового оборудования необходимо определить величину внутреннего усилия, возникающего в стержнях 1 и 2, нагруженных соответственно рисунку.</p> 
5	<p><b>Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.</b></p> <p>Механическая надежность конструкции в первую очередь обеспечивается прочностью каждого ее элемента.</p>

Определите для данной схемы нагружения величину внутреннего напряжения, возникающего в сечении I-I, если площадь поперечного сечения стержня  $10 \text{ см}^2$ .

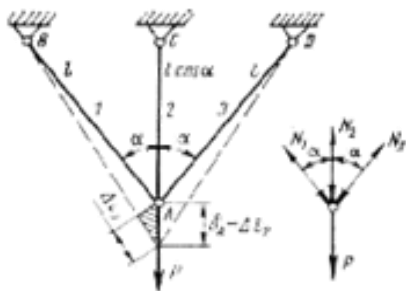


6 **Тема 3. Статически-определимые системы при растяжении (сжатии); план сил, проверка прочности, подбор сечений элементов конструкций. Деформации. Закон Гука.**

Механическая надежность конструкции в первую очередь обеспечивается прочностью каждого ее элемента. Определите для данной схемы нагружения величину внутреннего напряжения, возникающего в сечении I-I, если площадь поперечного сечения стержня  $10 \text{ см}^2$ .



7 **Тема 4. Расчет статически неопределимых систем; план сил, перемещений, подбор рациональных размеров элементов конструкций, проверка прочности элементов конструкций.**

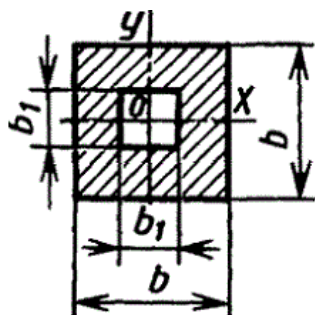


С целью проведения оценки прочности конструкции необходимо проверить прочность стержней под действием груза

$$P=3 \cdot 10^4 \text{ Н}; F=1 \text{ см}^2;$$

$$E=1 \cdot 10^5 \text{ МПа}; l_2=1 \text{ м}; \text{ угол } 30^\circ.$$

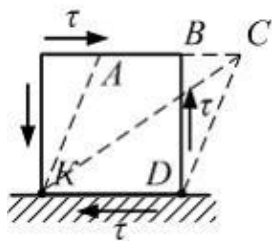
8 **Тема 5. Осевой и полярный моменты инерции. Элементы рационального проектирования простейших систем.**



Для дальнейшей оценки нормальных напряжений в балке указанного поперечного сечения рассчитать осевой момент инерции сечений относительно оси X и Y/

9 **Тема 6. Сдвиг. Касательные напряжения. Условие прочности при сдвиге.**



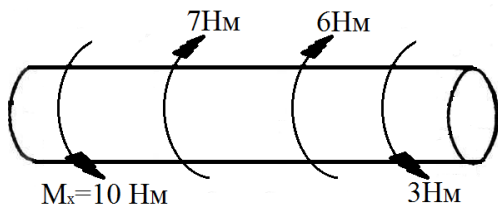


Штриховыми линиями указан характер деформации детали. Определить корректное название напряженного состояния, показанного на рисунке. Укажите угол сдвига.

10

**Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

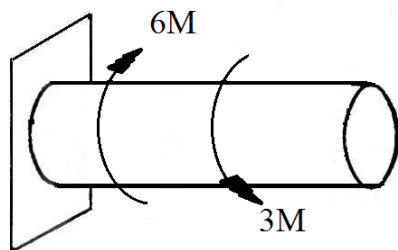
Для разработки надежной и долговечной конструкции, работающей в условиях напряженно-деформированного состояния, как показано на рисунке, специалисту конструкторского бюро необходимо определить опасное сечение у данного стержня.



11

**Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Для разработки надежной и долговечной конструкции, работающей в условиях напряженно-деформированного состояния, как показано на рисунке, специалисту конструкторского бюро по проектированию лифтового оборудования необходимо определить опасное сечение у данного стержня.

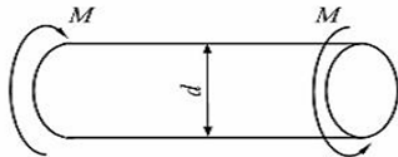


12

**Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Одним из ключевых моментов при разработке конструкции, отвечающей не только требованиям надежности, но и экономичности, является расчет оптимальных ее геометрических характеристик. Для представленной

ниже схемы определите минимальное значение диаметра вала, если  $M=39 \text{ кН}\cdot\text{м}$ ,  $[\tau] = 50 \text{ МПа}$ , а  $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$ .

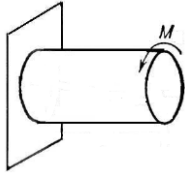


13

**Тема 7. Кручение Крутящий момент. Условие прочности при кручении. Деформации при кручении. Условие жесткости.**

Возможность использования элемента конструкции строго определённых характеристик (размеры, материал, из которого он изготовлен) может ограничивать область эксплуатации проектируемой конструкции в целом. Для данной схемы нагружения определите максимально допустимое значение скручивающего момента  $M$ ,

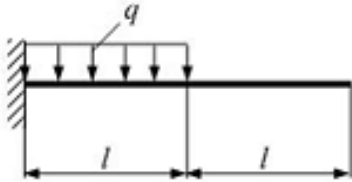
если диаметр вала 10 см, а  $[\tau] = 50 \text{ МПа}$ , а  $W_p = \frac{\pi d^3}{32}$ .



14

**Тема 8. Внешние и внутренние силовые факторы при изгибе.**

Производственное предприятие занимается выпуском современных конструкционных материалов. Конструкторскому бюро необходимо рассчитать максимальное значение изгибающего момента, возникающее в конструкции, нагруженной согласно представленной схеме, если  $q=10 \text{ кН/м}$ ,  $l=2\text{м}$ .



15

**Тема 9. Напряжения при изгибе. Условие прочности и подбор размеров конструкций. Деформации при изгибе.**

Производственное предприятие занимается выпуском современных конструкционных материалов. Конструкторскому бюро необходимо найти сечения в балки где возникают наибольшие нормальные напряжения и рассчитать максимальное значение изгибающего момента, возникающее в конструкции, нагруженной согласно представленной схеме, если  $P=10 \text{ кН}$ ,  $l=2\text{м}$

