

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

*«Б1.Д.Б.17 Сопротивление материалов»*

Уровень высшего образования

**БАКАЛАВРИАТ**

Направление подготовки

*15.03.06 Мехатроника и робототехника*

(код и наименование направления подготовки)

*Мехатроника*

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

*Бакалавр*

Форма обучения

*Заочная*

Год набора 2021

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.17 Сопротивление материалов» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра механики материалов, конструкций и машин

*наименование кафедры*

протокол № 7 от 19.01.2021 г.

Заведующий кафедрой  
механики материалов, конструкций и машин  
*наименование кафедры*



Е.В. Пояркова  
*расшифровка подписи*

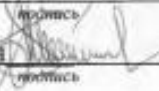
*Исполнители:*

Доцент кафедры механики материалов, конструкций и машин  
*должность*



О.А. Фролова  
*расшифровка подписи*

Заведующий кафедрой механики материалов, конструкций и машин  
*должность*



Е.В. Пояркова  
*расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

15.03.06 Мехатроника и робототехника  
*код наименование*



А.Н. Поляков  
*расшифровка подписи*

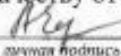
Заведующий отделом комплектования научной библиотеки



Н.Н. Грицай  
*расшифровка подписи*



Уполномоченный по качеству от АКИ



А.М. Черноусова  
*расшифровка подписи*

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Фролова О.А.,  
Пояркова Е.В., 2021  
© ОГУ, 2021

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

### Цель освоения дисциплины:

обеспечение базы инженерной подготовки, теоретическая и практическая подготовка в области прикладной механики деформируемого твердого тела, развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения последующих дисциплин.

### Задачи:

– овладение теоретическими основами и практическими методами расчетов на прочность, жесткость и устойчивость элементов различных конструкций и оборудования, необходимыми как при изучении дальнейших дисциплин, так и в практической профессиональной деятельности бакалавров;

– ознакомление с традиционными и современными подходами к расчету элементов конструкций и их рациональному проектированию;

– формирование представлений о месте и роли стандартных механических испытаний различных материалов в процессе их практического применения в создании деталей мехатронных модулей.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.16 Материаловедение*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.Б.18 Детали машин мехатронных систем, Б1.Д.Б.24 Конструирование мехатронных модулей, Б1.Д.Б.29 Компьютерное моделирование процессов в машиностроении, Б1.Д.В.4 Проектирование станков с числовым программным управлением, Б1.Д.В.6 Технологическая оснастка автоматизированного производства*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ОПК-1 Способен применять естественнонаучные и общетеоретические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ОПК-1-В-2 Формулирует задачу профессиональной сферы на формальном языке естественнонаучных и общетеоретических знаний ОПК-1-В-3 Решает задачи профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общетеоретических знаний, методов математического анализа и моделирования	<b>Знать:</b> - основные законы механики, их математическое описание; - основные типы элементов конструкций и принципы выбора расчетных схем; - особенности расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов машиностроительных конструкций при различных силовых воздействиях. <b>Уметь:</b> – развивать инженерное мышление, используя основные законы естественно-научных и математических дисциплин; - применять в профессиональной

Код и наименование формируемых компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
		<p>деятельности <b>общеинженерные знания</b> из области механики материалов, методы математического анализа в части выполнения расчетов на прочность, жесткость и устойчивость типовых элементов конструкций мехатронных модулей.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора оптимального решения инженерных задач механики;</li> <li>- знаниями, необходимыми для решения проблем профессиональной деятельности с использованием естественнонаучных и общеинженерных знаний, методов математического анализа и моделирования, возникающих при проектировании и расчёте элементов машиностроительных конструкций, обеспечивая высокую степень надежности и долговечности.</li> </ul>

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц (180 академических часов).

Вид работы	Трудоемкость, академических часов	
	2 семестр	всего
<b>Общая трудоёмкость</b>	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа:</b>	<b>19,5</b>	<b>19,5</b>
Лекции (Л)	10	10
Практические занятия (ПЗ)	8	8
Консультации	1	1
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	0,5	0,5
<b>Самостоятельная работа:</b> - выполнение контрольной работы (КонтрР); - самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий); - подготовка к практическим занятиям; - самостоятельное изучение (Раздел 6 Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности); - подготовка к рубежному контролю)	<b>160,5</b> +	<b>160,5</b>
<b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>	<b>экзамен</b>	

## Разделы дисциплины, изучаемые в 2 семестре

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		всего	аудиторная работа			внеауд. работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Основные понятия и задачи курса. Геометрические характеристики плоских сечений.	34	2	2		30
2	Простые виды деформаций.	38	4	4		30
3	Сложное сопротивление.	34	2	2		30
4	Устойчивость сжатых стержней.	31	1	-		30
5	Динамические и циклические нагрузки.	21	1	-		20
6	Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности	22	-	-		22
	Итого:	180	10	8		162
	Всего:	180	10	8		162

### 4.2 Содержание разделов дисциплины

#### *Раздел 1 Основные понятия и задачи курса. Геометрические характеристики плоских сечений*

Определение дисциплины и ее связь с другими общеинженерными и специальными дисциплинами. Основные гипотезы, принимаемые в курсе сопротивления материалов. Понятие о расчетных схемах. Классификация нагрузок. Понятие о напряжениях и деформациях. Виды простых и сложных состояний элементов конструкций. Типы опор. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Метод сечений. Внутренние силовые факторы. Дифференциальные зависимости между силовыми факторами. Построение эпюр внутренних силовых факторов. Определение внутренних силовых факторов (продольных и поперечных сил, крутящих и изгибающих моментов) и построение их эпюр при различных нагружения стержневых конструкций.

Статический момент площади сечения. Осевые, полярные и центробежные моменты инерции. Моменты инерции сложных сечений. Моменты инерции при параллельном переносе осей. Зависимость между моментами инерции при повороте осей. Главные оси. Главные моменты инерции. Главные радиусы инерции. Эллипс инерции.

#### *Раздел 2 Простые виды деформаций*

Понятие о деформации растяжение-сжатие. Продольная сила. Абсолютная и относительная деформации. Коэффициент Пуассона. Закон Гука. Модуль нормальной упругости 1-го рода (модуль Юнга). Напряжения и деформации в поперечных сечениях стержня. Условия прочности и жесткости. Виды расчетов на прочность и жесткость при растяжении-сжатии стержня. Расчет стержней на прочность и жесткость с учетом собственного веса. Допускаемые напряжения. Коэффициент запаса прочности. Механические характеристики прочности и пластичности материалов. Работа и потенциальная энергия при растяжении и сжатии.

Понятие о деформациях сдвига, среза и смятия. Закон Гука при сдвиге. Модуль нормальной упругости 2-го рода. Расчет соединений, испытывающих срез и смятие.

Понятие о кручении. Крутящий момент. Основные допущения. Напряжения и деформации при кручении прямого стержня круглого поперечного сечения. Кручение стержней не круглого поперечного сечения. Виды расчетов на прочность и жесткость при кручении стержня. Рациональные формы сечений.

Понятие и деформации прямого поперечного изгиба. Поперечная сила и изгибающий момент. Нормальные напряжения при чистом изгибе. Закон Гука при изгибе. Нейтральная линия. Касательные напряжения при поперечном изгибе. Рациональные формы сечений. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой оси балки. Метод начальных параметров для определения перемещений в балках. Графоаналитический способ определения перемещений в рамах

(формула Симпсона). Условие прочности и жесткости. Виды расчетов на прочность и жесткость при изгибе.

### **Раздел 3 Сложное сопротивление**

Понятие о сложном сопротивлении. Виды сложного сопротивления. Определение напряжений и положения нейтральной линии в общем случае сложного сопротивления.

Косой изгиб. Положение нейтральной линии. Определение напряжений при косом изгибе. Результирующее напряжение.

Внецентренное растяжение-сжатие стержня. Положение нейтральной линии. Определение напряжений при внецентренном растяжении-сжатии. Понятие эксцентриситета. Результирующее напряжение. Ядро сечения.

Изгиб с кручением. Приведенный момент. Эквивалентное напряжение. Проектировочный расчет вала.

### **Раздел 4 Устойчивость сжатых стержней**

Основные понятия об устойчивости. Формула Эйлера для определения критической силы сжатого стержня. Зависимость критической силы от условий закрепления стержня. Критическое напряжение. Геометрическая гибкость сжатого стержня. Предельная гибкость. Пределы применимости формулы Эйлера. Формула Ясинского. Коэффициент запаса устойчивости.

### **Раздел 5 Динамические и циклические нагрузки**

Задачи динамики. Общая характеристика. Понятие о динамическом коэффициенте. Напряжения при действии ударной нагрузки. Условия прочности при ударе. Понятие о колебаниях. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Податливые опоры.

Переменные напряжения. Понятие об усталости и выносливости материалов. Механизм усталостного разрушения. Характеристики цикла нагружения. Коэффициент асимметрии цикла нагружения. Кривая усталости Веллера. Испытания материалов на усталость. Определение предела выносливости. Факторы, влияющие на предел выносливости. Расчет на прочность при переменных напряжениях. Коэффициент запаса прочности по нормальным и касательным переменным напряжениям.

### **Раздел 6 Основы теории напряженного и деформированного состояния в точке тела. Теории прочности.**

Напряженное состояние в точке тела. Виды напряженного состояния. Определение главных напряжений и положения главных площадок по заданным напряжениям в двух взаимно перпендикулярных площадках. Максимальные касательные напряжения. Составляющие деформаций. Обобщенный закон Гука. Объемная деформация.

Теории прочности (теории предельных состояний). Основные понятия. Классические теории прочности.

## **4.3 Практические занятия**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Построение эпюр внутренних силовых факторов.	1
2		Определение геометрических характеристик плоских сечений.	1
3, 4	2	Расчеты на прочность и жесткость при простых видах нагружения.	4
5	3	Расчет валов ременной и зубчатой передачи на прочность.	2
		Итого:	8

## **4.4 Контрольная работа (2 семестр)**

Наряду с освоением теоретического материала большое значение имеет выполнение самостоятельных индивидуальных заданий, а именно, контрольной работы, что способствует закреплению учебного материала и развитию навыков в самостоятельном решении инженерных задач различного уровня.

Тема контрольной работы «Расчеты на прочность, жесткость и устойчивость стержневых элементов конструкций».

Задания представлены по основным разделам курса «Сопротивление материалов»: расчеты на прочность и жесткость при простых состояниях стержня (центральное растяжение и сжатие, кручение, прямой поперечный изгиб балки и рамы); устойчивость сжатых стержней, сложное сопротивление (изгиб с кручением):

Задание 1 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при центральном растяжении и сжатии.

Задание 2 – Расчет на прочность и жесткость ступенчатого стержня при кручении.

Задание 3 – Проектировочный расчет вала фрикционной передачи из условий прочности и жесткости при кручении.

Задание 4 – Расчет на прочность и жесткость балки при изгибе.

Задание 5 – Расчет промежуточного вала зубчатой передачи из условия прочности.

## 5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

### 5.1 Основная литература

5.1.1 Феодосьев, В.И. Сопротивление материалов: учебник / В.И. Феодосьев. – 14-е изд., испр. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 592 с. – (Механика в техническом университете; т. 2). – Предм. указ.: с. 577-584. – ISBN 978-5-7038-3024-6.

5.1.2 Сборник задач по сопротивлению материалов: учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений / под ред. В.К. Качурина. – 2-е изд., испр., стер. – Москва: Альянс, 2014. – 432 с.: ил. – Прил.: с. 418-429. – ISBN 978-5-903034-39-1.

5.1.3 Фролова, О.А. Сопротивление материалов : учебное пособие [Электронный ресурс] / О.А. Фролова. – Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 189 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/74991\\_20180629.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/74991_20180629.pdf).

### 5.2 Дополнительная литература

5.2.1 Сопротивление материалов / Г. С. Писаренко [и др.]. – Киев: Вища школа, 1979. – 696 с.

5.2.2 Сопротивление материалов : учебное пособие / Н.А. Костенко, С.В. Балясникова, Ю.Э. Волошановская и др. ; ред. Н.А. Костенко. – Москва : Директ-Медиа, 2004. – 430 с. : рис., табл. – Библиогр. в кн. – ISBN 5-06-003693-6.

5.2.3 Старовойтов, Э.И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / Э.И. Старовойтов. – Москва : Физматлит, 2008. – 384 с. : ил. – (Механика). – Прил.: с. 345-370. – Библиогр.: с. 371. – Имен. указ.: с. 372. – Предм. указ.: с. 373-378. – ISBN 978-5-9221-0883-6.

5.2.4 Фролова, О.А. Задания к курсовой работе по дисциплине «Сопротивление материалов»: методические указания [Электронный ресурс] / О.А. Фролова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 51 с. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/92209\\_20190315.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/92209_20190315.pdf).

5.2.5 Фролова, О. А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / О. А. Фролова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. 1. - Оренбург : ОГУ. - 2011. – Режим доступа:

[http://ufer.osu.ru/index.php?option=com\\_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer\\_id=696](http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=696)

5.2.6 Фролова, О. А. Сопротивление материалов [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / О. А. Фролова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Ч. II. - Оренбург : ОГУ. - 2013. – Режим доступа:

[http://ufer.osu.ru/index.php?option=com\\_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer\\_id=887](http://ufer.osu.ru/index.php?option=com_uferdbsearch&view=uferdbsearch&action=details&ufer_id=887).

### 5.3 Периодические издания

- 5.3.1 Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2021.
- 5.3.2 Приборы и техника эксперимента : журнал. - М. : Академиздатцентр "Наука" РАН, 2021.
- 5.3.3 Справочник. Инженерный журнал : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2021.
- 5.3.4 Технология машиностроения : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2021.

### 5.4 Интернет-ресурсы

- 5.4.1 <http://www.mysopromat.ru/> – сайт про «Соппротивление материалов» и науках о прочности.
- 5.4.2. <http://www.isopromat.ru/> – сайт, содержащий сведения по дисциплине сопротивления и механики материалов, содержащий лекционный материал, описание решений типовых задач, учебники и пособия.
- 5.4.3 <http://sopromato.ru/> – сайт, содержащий сведения по сопротивлению материалов, содержащий справочную информацию для студентов технических направлений подготовки.
- 5.4.4 <http://sopromat.org/> – сайт с программным обеспечением для расчета балок, плоских ферм, геометрических характеристик плоских сечений.
- 5.4.5 <http://soprotmat.ru/> – электронный учебный курс по сопротивлению материалов.
- 5.4.6 <http://window.edu.ru/> – информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам».
- 5.4.7 [www.vuz.exponenta.ru](http://www.vuz.exponenta.ru) – сайт с имеющимися наборами задач по различным разделам курса механики материалов, множеством полезных компьютерных программ и анимационных иллюстраций.
- 5.4.8 <http://www.cadfem-cis.ru/> – образовательный портал о системах инженерного анализа.
- 5.4.9 <https://openedu.ru/course/> – «Открытое образование», Каталог курсов, MOOK: «Соппротивление материалов».
- 5.4.10 <https://www.lektorium.tv/mooc> – «Лекториум», MOOK: «Инженерное дело».
- 5.4.11 <https://www.coursera.org/learn/python> - «Coursera», MOOK: «Mechanics of Materials II: Thin-Walled Pressure Vessels and Torsion».
- 5.4.12 <https://www.coursera.org/learn/mechanics-1> – онлайн-курс на платформе «Coursera», каталог курсов, MOOK: «Mechanics of Materials: Fundamentals of Stress & Strain and Axial Loading». Разработчик курса: Управление студенческой школы машиноведения Вудрафф Технологического университета Джорджии, США.
- 5.4.13 [www.training.i-exam.ru](http://www.training.i-exam.ru) – система интернет-тренажеров в сфере образования.
- 5.4.14 <http://www.ptechology.ru> – комплексный информационный проект «Передовые технологии России».
- 5.4.15 Соппротивление материалов [Электронный ресурс]: электронный курс в системе Moodle / О.А. Фролова, Оренб. гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, [2019-2020]. – Режим доступа: Электронные курсы ОГУ в системе обучения Moodle. – <https://moodle.osu.ru/course/view.php?id=2155>.

## **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

5.5.1 Операционная система Microsoft Windows

5.5.2 Open Office/Libre Office - свободный офисный пакет программ, включающий в себя текстовый и табличный редакторы, редактор презентаций и другие офисные приложения.

5.5.3 Интегрированная система решения математических, инженерно-технических и научных задач PTC MathCAD 14.0

5.5.4 Автоматизированная интерактивная система сетевого тестирования - АИССТ (зарегистрирована в РОСПАТЕНТ, Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011610456, правообладатель – Оренбургский государственный университет), режим доступа - <http://aist.osu.ru>.

5.5.5 Система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения и строительства АРМ WinMachine 2010. Сетевая версия. / Разработчик ООО Научно-технический центр "АПМ", Гос. контракт № 281/52 от 12.12.2011.

5.5.6 ГАРАНТ Платформа F1 [Электронный ресурс]: справочно-правовая система. / Разработчик ООО НПП «ГАРАНТ-Сервис», 119992, Москва, Воробьевы горы, МГУ, [1990–2021]. – Режим доступа в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\GarantClient\garant.exe>.

5.5.7 Консультант Плюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2021]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\fileserv1\CONSULT\cons.exe>.

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории, оснащенные демонстрационным оборудованием (переносным проектором, переносным экраном, ноутбуком), компьютерами с выходом в "Интернет" и электронную информационно-образовательную среду ОГУ, комплектом специализированной мебели, доской аудиторной, плакатами.

Аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовой работы, самостоятельной работы обучающихся оснащено компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ.