

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Институт современных образовательных технологий (ИСОТ)



УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор –  
проректор по учебной работе  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
Б.В. Падалкин  
«17» февраля 2021 г.

Дополнительное образование

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА


*Механика деформируемого твёрдого тела. Часть 1*

Регистрац. № 210202

Москва, 2021


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель Научно-учебного комплекса  
Робототехника и комплексная автоматизация  
МГТУ им. Н.Э. Баумана  
д.т.н., профессор

  
\_\_\_\_\_  
16.02.2021

Г.А. Тимофеев  
(дата)

Начальник УМО ИСОТ  
МГТУ им. Н.Э. Баумана

  
\_\_\_\_\_  
16.02.2021

Н.Н. Козлова  
(дата)

## Оглавление

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ .....	4
1.1. Цель ДООП .....	4
1.2. Категория учащихся ДООП .....	4
1.3. Форма обучения.....	4
1.4. Общая трудоёмкость программы.....	4
1.5. Формы и режим занятий.....	4
1.6. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности.....	4
2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДООП .....	5
3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК .....	5
4. СОДЕРЖАНИЕ ДООП .....	5
5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ	7
5.1. Учебно-методическое обеспечение ДООП.....	7
5.2. Методические рекомендации .....	7
6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ .....	7
РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.....	7
6.1. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации ДООП.....	7
6.2. Материально-технические условия реализации ДООП .....	7
7. ФОРМА И ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ДООП. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО .....	7

## **1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОГРАММЫ**

Дополнительная общеразвивающая общеобразовательная программа (далее - ДООП) подготовлена на основе:

- Федерального закона от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;

- Приказ Минобрнауки России от 9 ноября 2018 г. № 196 г. Москва «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

ДООП имеет техническую направленность и направлена на удовлетворение иных образовательных потребностей и интересов обучающихся, не противоречащих законодательству Российской Федерации, осуществляемых за пределами федеральных государственных образовательных стандартов и федеральных государственных требований.

### **1.1. Цель ДООП**

Целью реализации ДООП является формирование у обучающихся навыков проведения расчетов на прочность и жесткость простейших элементов конструкций и механических систем.

Задачами ДООП является изучение основ расчета на прочность и жесткость стержней в условиях растяжения-сжатия, кручения, изгиба.

### **1.2. Категория учащихся ДООП**

К освоению ДООП допускаются лица без предъявления требований к уровню их образования.

ДООП предназначена студентам, осваивающим образовательные программы высшего образования – программы бакалавриата, программы специалитета.

### **1.3. Форма обучения**

Форма реализации ДООП – очная. Возможна реализация программы с использованием дистанционных образовательных технологий.

### **1.4. Общая трудоёмкость программы**

Общая трудоёмкость программы составляет 24 часа аудиторной работы.

### **1.5. Формы и режим занятий**

Обучение проводится в форме практики не более 12 аудиторных часов в неделю.

### **1.6. Ожидаемые результаты и способы определения их результативности**

В результате освоения ДООП обучающийся должен:

1) знать:

- внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня;
- полное, нормальное и касательное напряжения;
- понятия продольной, поперечной и угловой деформации;
- перемещения поперечного сечения стержня;
- основные механические характеристики материалов;
- допускаемое напряжение;
- коэффициент запаса.

2) уметь:

- использовать метод сечений для определения внутренних силовых факторов в поперечном сечении стержня;
- определять компоненты напряженного состояния в опасных точках стержня при растяжении-сжатии, кручении, изгибе;
- рассчитывать коэффициенты запаса и находить оптимальные (по прочности) характерные размеры элементов конструкций.

3) владеть:

- навыками вычисления допускаемых значений внешней нагрузки;
- навыками вычисления перемещения поперечных сечений в различных случаях нагружения стержня с использованием простейших аналитических и графоаналитических методов.

Контроль освоения результатов ДООП осуществляется в процессе ее реализации путем устного опроса.

## 2. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН ДООП

№ п/п	Наименование темы	Контроль	Всего часов	Аудиторная работа		Самостоятельная работа
				Теория	Практика	
1.	Уравнения равновесия	–	8	–	8	–
2.	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии и кручении стержня	–	8	–	8	–
3.	Расчеты на прочность и жесткость при изгибе стержня	–	8	–	8	–
<b>ИТОГО</b>		–	<b>24</b>	–	<b>24</b>	–

## 3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование темы	1 неделя	2 неделя
1	Уравнения равновесия		
2	Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии и кручении стержня		
3	Расчеты на прочность и жесткость при изгибе стержня		

Минимальный срок освоения программы – 2 недели.

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДООП

№ п/п	Наименование темы	Содержание занятий
1	Уравнения равновесия	<p><b>Практика:</b> Метод сечений. Внутренние силовые факторы в поперечном сечении стержня. Уравнения равновесия и их решения при растяжении-сжатии, кручении, прямом изгибе стержня. Принцип неизменности начальных размеров.</p> <p>Уравнение равновесия при растяжении-сжатии стержня.            Построение эпюры осевой силы при растяжении-сжатии стержня.            Уравнение равновесия при кручении стержня.            Построение эпюры крутящего момента.</p>

		<p>Уравнения равновесия при прямом изгибе стержня.          Построение эпюр перерезывающей силы и изгибающего момента.          Уравнения равновесия плоских и плоско-пространственных рам.          Построение эпюр внутренних силовых факторов в плоских и плоско-пространственных рамах.</p>
2	<p>Расчеты на прочность и жесткость при растяжении-сжатии и кручении стержня</p>	<p><b>Практика:</b> Гипотезы сплошности, однородности, изотропности. Механическое напряжение в точке деформируемого твердого тела: полное, нормальное, касательное напряжение. Продольная, поперечная, угловая деформация. Объемная деформация. Закон Гука. Одноосное напряженное состояние. Определение нормальных напряжений и осевых перемещений поперечных сечений стержня при растяжении-сжатии. Температурные деформации. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации стержня. Допускаемое напряжение. Расчет коэффициентов запаса. Порядок расчета статически неопределимых систем растяжения-сжатия. Напряженное состояние чистый сдвиг. Закон парности касательных напряжений. Определение касательных напряжений и углов закручивания при кручении стержня с круглым поперечным сечением. Характеристики жесткости при кручении. Работа внешних сил и потенциальная энергия деформации стержня. Расчет на прочность при кручении. Статически неопределимые задачи кручения.</p> <p>Определение касательных напряжений и углов закручивания при кручении стержня с поперечным сечением в виде тонкостенного замкнутого контура.</p> <p>Кручение стержня с прямоугольным поперечным сечением. Построение эпюр осевой силы, нормального напряжения и осевого перемещения при растяжении-сжатии стержня в пределах упругости (статически определяемые и неопределимые задачи). Определение из условий прочности допускаемых значений внешней нагрузки, характерных геометрических параметров и запаса прочности конструкции при растяжении-сжатии.</p> <p>Построение эпюр крутящего момента, наибольшего касательного напряжения и угла закручивания при кручении стержня в пределах упругости (статически определяемые и неопределимые задачи). Определение из условий прочности допускаемых значений внешней нагрузки, характерных геометрических параметров и запаса прочности конструкции при кручении.</p> <p>Расчет систем растяжения-сжатия за пределами упругости. Определение предельного значения внешних нагрузок.</p>
3	<p>Расчеты на прочность и жесткость при изгибе стержня</p>	<p><b>Практика:</b> Геометрические характеристики жесткости при изгибе. Статический момент. Осевой и центробежный моменты инерции. Главные центральные оси инерции поперечного сечения стержня.</p> <p>Определение нормальных напряжений, углов поворота сечений и прогибов при прямом изгибе стержня. Расчет на прочность при прямом изгибе. Потенциальная энергия деформации при прямом изгибе стержня.</p> <p>Интеграл Мора для определения перемещений. Правило Верещагина для вычисления интеграла Мора.</p> <p>Определение напряжений и перемещений при косом изгибе стержня и внецентренном растяжении-сжатии.</p>

		<p>Построение эпюр перерезывающей силы и изгибающего момента в балках. Определение из условий прочности характерных размеров поперечного сечения балки, допускаемых значений внешней нагрузки. Составление уравнения упругой линии, нахождение прогибов и углов поворота поперечных сечений балки. Нахождение перемещений в балках и плоских рамах путем вычисления интеграла Мора по правилу Верещагина. Расчет на прочность при косом изгибе и внецентренном растяжении-сжатии. Составление уравнения нейтральной линии. Определение опасных точек и наибольших напряжений в поперечном сечении. Вычисление перемещений при косом изгибе стержня.</p>
--	--	---

## **5. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение ДООП**

1. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учеб. для вузов / 17-е изд., испр. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. 542 с.
2. Валишвили Н.В., Гаврюшин С.С. Сопротивление материалов и конструкций: учеб. для академического бакалавриата. М.: Юрайт, 2017. 428 с.
3. Биргер И.А., Мавлютов Р.Р. Сопротивление материалов: учеб. пособие для машиностроительных и авиационных вузов / Изд., стер. М.: URSS: Ленанд, 2019. 560 с.

### **5.2. Методические рекомендации**

ДООП построена по тематическому принципу.

Практические занятия посвящены рассмотрению базовых знаний в науке о прочности и надёжности деталей машин и конструкций.

При изучении программы предусмотрены активные формы проведения занятий – решение задач-ситуаций с проработкой аргументированной позиции.

## **6. ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **6.1. Квалификация преподавателей, участвующих в реализации ДООП**

В реализации программы принимают участие высококвалифицированные преподаватели кафедры «Прикладная механика» факультета Робототехника и комплексная автоматизация, имеющие опыт преподавания в области расчета, знаний в науке о прочности и надёжности деталей машин и конструкций.

### **6.2. Материально-технические условия реализации ДООП**

При проведении теоретических и практических занятий используются: мультимедийный проектор, персональный компьютер, экран, лазерная указка.

## **7. ФОРМА И ПРОЦЕДУРА ПРОВЕДЕНИЯ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ДООП. ОЦЕНОЧНОЕ СРЕДСТВО**

Итоговое мероприятие отсутствует. Контроль освоения результатов ДООП осуществляет-

ся в процессе реализации ДООП путем устного опроса.

По итогам обучения по ДООП выдача сертификата не предусмотрена.

**Автор программы**

**Доцент кафедры РК5  
МГТУ им. Н.Э. Баумана**



**Фомичева В.Ф.**



## **ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ И ДОПОЛНЕНИЙ**