

17.01.21

04.02.21

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
«04» февраля 2021 г.

Дополнительное образование

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**


Механика деформируемого твёрдого тела. Часть 2

Регистрац. 210203

Москва, 2021


СОГЛАСОВАНО:

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



16.02.2021 (дата) Г.А. Тимофеев

Начальник УМО ИСОТ
МГТУ им. Н.Э. Баумана



16.02.2021 (дата) А.Н. Козлова

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 ПРОГРАММЫ7	
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	8

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 ознакомление обучающихся с современными методами расчётов на прочность, жёсткость, устойчивость; расчётов конструкций, включающих новые композиционные материалы; приобретение навыков решения задач расчётов на прочность.

Задачами ДООП является изучение:

- методов расчёта элементов конструкций в общем случае напряженного состояния;
- простейших методов расчета конструкций, включающих оболочки;
- методов расчета на долговечность при переменных во времени напряжениях;
- методов поиска оптимальных (рациональных) вариантов расчетных схем.

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:

- методы расчетов на прочность, жесткость, устойчивость;
- методы расчетов на выносливость простейших стержневых конструкций, а также конструкций, включающих пластины и оболочки с учетом реальных свойств материалов.

- 2) уметь:
- определять напряжения и перемещения в элементах конструкций при различных видах нагружения;
 - вычислять перемещения поперечных сечений в различных случаях нагружения стержня с использованием простейших аналитических и графоаналитических методов.
- 3) владеть:
- навыками проведения расчета на прочность и жесткость простейших расчетных схем.

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.	Изгиб статически неопределимых стержневых систем	–	8	–	8	–
2.	Расчеты на прочность и жесткость тонкостенных оболочек вращения, толстостенных цилиндров, расчет на прочность прямого стержня при произвольной нагрузке	–	8	–	8	–
3.	Устойчивость продольно сжатых стержней. Определение критических нагрузок	–	8	–	8	–
ИТОГО		–	24	–	24	–

3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

№ п/п	Наименование темы	1 неделя	2 неделя
1	Изгиб статически неопределимых стержневых систем		
2	Расчеты на прочность и жесткость тонкостенных оболочек вращения, толстостенных цилиндров, расчет на прочность прямого стержня при произвольной нагрузке		
3	Устойчивость продольно сжатых стержней. Определение критических нагрузок		

Минимальный срок освоения программы – 2 недели.

4. СОДЕРЖАНИЕ ДООП

№ п/п	Наименование темы	Содержание занятий
1	Изгиб Статически неопределимых стержневых систем	Практика: Понятие о степенях свободы и связях. Метод сил. Основная и эквивалентная системы. Канонические уравнения метода сил. Коэффициенты канонических уравнений. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Способы проверки правильности решения. Использование прямой и обратной симметрии при расчете ста-

		<p>тически неопределимых систем. Особенности расчета многоопорных балок.</p> <p>Особенности расчета плоско-пространственных стержневых систем и расчет на жесткость статически неопределимых пространственных рам.</p> <p>Напряженное состояние в точке тела. Теорема о напряженном состоянии. Тензор напряжений. Шаровой тензор и девиатор. Главные площадки и главные напряжения и их определение. Типы напряженных состояний. Круговая диаграмма напряжений Мора. Определение главных напряжений, когда одно из них известно.</p> <p>Деформированное состояние в точке тела. Тензор деформаций. Аналогия между теорией напряжений и теорией деформаций. Обобщенный закон Гука для изотропного материала. Объемная деформация. Закон Гука для анизотропных материалов.</p> <p>Удельная потенциальная энергия деформации, ее деление на энергию изменения формы и энергию изменения объема.</p> <p>Принципы построения критериев пластичности и разрушения. Основные понятия. Эквивалентное напряжение. Критерий наибольших касательных напряжений. Критерий энергии формоизменения и различные трактовки его. Критерий Мора начала текучести. Сопоставление критериев и обзор расчетных формул. Пределы применимости критериев и их экспериментальная оценка. Применение формул для эквивалентного напряжения по различным критериям начала текучести для расчета стержней в общем случае нагружения.</p> <p>Теория разрушения Мора.</p> <p>Понятие о механизме разрушения. Энергетический и силовой подход. Теория Гриффитса. Коэффициент интенсивности напряжений. Критическое значение коэффициента интенсивности напряжений как характеристика трещиностойкости материала.</p>
2	<p>Расчеты на прочность и жесткость тонкостенных оболочек вращения, толстостенных цилиндров, расчет на прочность прямого стержня при произвольной нагрузке</p>	<p>Практика: Геометрия тонкостенной оболочки вращения, меридиональные и окружные сечения. Безмоментная теория расчета осесимметрично нагруженных тонкостенных оболочек вращения. Цилиндрическая, сферическая и коническая оболочки, находящиеся под действием постоянного и гидростатического давлений.</p> <p>Определение напряжений и радиальных перемещений в толстостенных цилиндрах, нагруженных внутренним и внешним давлениями. Частные случаи нагружения цилиндров: цилиндр под действием внутреннего давления; плита с отверстием под действием внутреннего давления; труба под действием внешнего давления; вал, нагруженный давлением; равномерно растянутая плита с отверстием.</p> <p>Принципы расчета составных труб.</p>
3	<p>Устойчивость продольно сжатых стержней. Определение критических нагрузок</p>	<p>Практика: Понятие об устойчивых и неустойчивых формах равновесия. Критическая нагрузка. Устойчивость продольно сжатых стержней – задача Эйлера. Сравнение поведения идеальных и реальных стержней при сжатии. Зависимость критического напряжения от гибкости стержня. Пределы применимости формулы Эйлера. Устойчивость сжатых стержней за пределами упругости.</p>

		<p>Энергетический метод определения критической нагрузки. Расчет продольно сжатых стержней по коэффициенту понижения допускаемого напряжения сжатия.</p> <p>Особенности задачи продольно-поперечного изгиба. Дифференциальное уравнение оси изогнутого стержня, его интегрирование, определение перемещений и напряжений. Приближенный метод определения прогибов при продольно-поперечном изгибе (формула С.П.Тимошенко).</p> <p>Явление усталости. Механизм усталостного разрушения. Характеристики циклов переменных напряжений. Кривые усталости и предел выносливости. Влияние концентрации напряжений, размера и чистоты обработки детали на ее сопротивление усталости. Диаграмма предельных амплитуд. Расчет на усталостную прочность при одноосном напряженном состоянии и при чистом сдвиге. Определение запаса усталостной прочности при совместном изгибе и кручении.</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 осуществляется 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