

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.03 Энергетическое машиностроение

Наименование образовательной программы: Производство энергетического оборудования

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины
МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Обязательная
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.О.21
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4; 4 семестр - 6; всего - 10
Часов (всего) по учебному плану:	360 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Практические занятия	3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 64 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 2 часа; 4 семестр - 18 часов; всего - 20 часов
Самостоятельная работа	3 семестр - 77,5 часа; 4 семестр - 129,2 часа; всего - 206,7 часов
в том числе на КП/КР	4 семестр - 51,7 часа;
Иная контактная работа	4 семестр - 4 часа;
включая:	
Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;
Экзамен	4 семестр - 0,5 часа;
Защита курсовой работы	4 семестр - 0,3 часа; всего - 1,3 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Догадина Т.Н.	
Идентификатор	R5b8ed345-KomissarovTatN-899bdf	

Т.Н. Догадина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Овечников С.А.	
Идентификатор	R8f25bf1e-OvechnikovSA-a943abe	

С.А. Овечников

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
Сведения о владельце ЦЭП МЭИ		
Владелец	Гончаров А.Л.	
Идентификатор	R1e4b7e3c-GoncharovAL-b043abe	

А.Л. Гончаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: освоение инженерных методов расчета на прочность, жесткость и устойчивость элементов машиностроительных конструкций

Задачи дисциплины

- – изучение основ механики деформируемого твердого тела;
- – изучение теорий прочности, усталости, устойчивости стержневых элементов;
- – умение оценивать параметры напряженно-деформированного состояния (НДС)

элементов стержневых конструкций, находящихся под действием статических, температурных и циклических нагрузок;

- – овладение методиками расчета на прочность статически-определеных при статических, циклических и температурных нагрузках с учетом возможной потери устойчивости;

- – овладение методиками расчета на прочность статически-неопределенных стержневых систем при статических, циклических и температурных нагрузках с учетом возможной потери устойчивости.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ОПК-5 Способен рассчитывать элементы энергетических машин и установок с учетом свойств конструкционных материалов, динамических и тепловых нагрузок	ИД-4опк-5 Демонстрирует знание основ механики деформируемого тела, теории прочности и усталостного разрушения и проводит расчеты элементов конструкций по заданной методике	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- – общие положения теории прочности; виды расчетов на прочность; определение напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и сложных видах деформации; понятия коэффициента запаса и допускаемых напряжений;;- – основы механики деформируемого твердого тела; уравнения равновесия; внутренние силовые факторы; геометрические характеристики сечений; механические характеристики основных конструкционных материалов, применяемых при проектировании элементов машиностроительных конструкций, таких как сталь, алюминий, композиционные материалы;; <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- – проводить расчет стержневых систем на устойчивость и колебания.;- – проводить расчет стержневых систем при растяжении (сжатии) на прочность и жесткость.;- – проводить расчет на изгиб круговых и кольцевых пластин.;- – анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств.;- – проводить расчет стержневых систем

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>при сложном нагружении на прочность и жесткость;;</p> <ul style="list-style-type: none"> - – проводить расчет на прочность тонкостенных оболочек по безмоментной теории;; - – строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов;; - – проводить расчет стержневых систем при кручении на прочность и жесткость;; - – проводить расчеты статически неопределеных стержневых систем на прочность и жесткость;; - – проводить расчет стержневых систем при изгибе на прочность и жесткость;; - – проводить расчет на прочность круговых цилиндрических оболочек;;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Производство энергетического оборудования (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.03 Энергетическое машиностроение, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на знаниях общей физики, линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, материаловедения, теоретической механики

- уметь Дисциплина базируется на знаниях общей физики, линейной алгебры, аналитической геометрии, математического анализа, материаловедения, теоретической механики

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы											Содержание самостоятельной работы/ методические указания		
				Контактная работа						СР							
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль				
							КПР	ГК	ИККП	ТК							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		15		
1	Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии	20	3	6	-	6	-	-	-	-	-	8	-			Подготовка курсовой работы: Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет статически определимой фермы Плоская статически определимая ферма, принятая за расчетную схему опоры линии электропередачи, изготовлена из стержней стандартного прокатного профиля и нагружена сосредоточенными силами в узлах фермы. 1.1. Определить опорные реакции и усилия во всех стержнях фермы через параметр силы Р. Результаты представить в табличной форме. 1.2. Из условия прочности по максимальным нормальным напряжениям определить параметр нагрузки Р. Принять $[\sigma]=160$ МПа. Расчет ступенчатого стержня на растяжение при квазистатическом нагружении Стержень нагружен монотонно возрастающими силами Р и kР. 2.1. Определить значение параметра Р1, при котором перекроется зазор. Для найденного значения параметра Р1 построить эпюры продольной силы, напряжений и осевых перемещений сечений стержня. 2.2. Определить продольные силы и напряжения в сечениях стержня при	
1.1	Введение в курс	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-				
1.2	Расчеты при растяжении сжатии	14		4	-	4	-	-	-	-	-	6	-				

	поперечного сечения													заданий на практических занятиях
2.2	Расчет витых цилиндрических пружин растяжения – сжатия	5		1	-	2	-	-	-	-	2	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сдвиг и кручение"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Сдвиг и кручение и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Кручение стержней кругового поперечного сечения. Стержень с кусочно-постоянной жесткостью сечения нагружен внешними моментами. 4.1. Для статически неопределенной системы раскрыть статическую неопределенность и построить эпюру крутящих моментов M_z по длине стержня. 4.2. Из расчета на прочность и жесткость определить диаметр стержня d. Построить эпюру касательных напряжений в опасном сечении. 4.3. Построить эпюру углов закручивания по длине стержня. Для статически неопределенной системы определить погрешность вычислений. Проектирование витых цилиндрических пружин растяжения-сжатия Спроектировать витые цилиндрические пружины, при заданном внешнем воздействии P и рабочем ходе контакта. 5.1. Определить усилия, приходящиеся на каждую пружину. Принять параметры пружин одинаковыми. 5.2. Для заданного материала и индекса пружины из условия прочности подобрать диаметр проволоки d и найти диаметр витка пружины D. Диаметр проволоки округлить до целого числа в мм. 5.3. Из условия ограничения осадки пружины определить необходимое число витков пружин. 5.4. Для подобранных</p>

4.2	Сочетание изгиба с растяжением	5		1	-	2	-	-	-	-	2	-	выполнению заданий на практических занятиях
4.3	Сочетание изгиба с кручением стержня кругового сечения.	5		1	-	2	-	-	-	-	2	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Сложные виды деформаций стержней"</p> <p><u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: . Сложные виды деформации стержневых систем Стержневая система нагружена пространственной системой сил. 8.1. Построить эпюры изгибающих и крутящих моментов (в зависимости от схемы нагружения). 8.2. Для опасного сечения построить эпюры нормальных и касательных напряжений от изгибающих и крутящих моментов (в зависимости от схемы нагружения). 8.3. Вывести уравнение нейтральной линии. Построить нейтральную линию и суммарную эпюру нормальных напряжений. 8.4. Определить коэффициент запаса прочности системы. Принять $\square t = 240$ МПа. Указанием. Для случая косого изгиба балки прямоугольного сечения расчет на прочность проводить только по нормальным напряжениям. Для стержня кругового сечения при наличии нормальных и касательных напряжений расчет на прочность проводить по критерию Сен-Венана. Задача № 9. Внеклассенное нагружение стержней Стержень изготовлен из стандартного прокатного профиля и нагружен внеклассенно приложенной продольной силой Р. 9.1. Указать главные центральные оси сечения и определить внутренние силовые факторы N_z, M_x, M_y в стержне. 9.2. Определить допускаемое значение силы Р из расчета на прочность при</p>

	при циклически меняющихся напряжениях													[5], 189-211
6	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности	12		6	-	2	-	-	-	-	4	-		<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
6.1	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности	12		6	-	2	-	-	-	-	4	-		[1], 97-120 [3], 227-273
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0		32	-	32	-	2	-	-	0.5	44	33.5	
	Итого за семестр	144.0		32	-	32		2		-	0.5		77.5	
7	Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб	14	4	4	-	4	-	-	-	-	6	-		<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Произвести проектирование перекрытия строительной конструкции, представленной дважды статически неопределенной балкой. 1. Рассмотреть два варианта основной системы, один из которых получен путем включения врезных шарниров, а другой – при непосредственном отбрасывании лишних связей. Построить
7.1	Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб	14		4	-	4	-	-	-	-	6	-		

8	Оссимметричная задача теории упругости	14		6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Оссимметричная задача теории упругости" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях
8.1	Оссимметричная задача теории упругости	14		6	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: 1. Привести уравнения равновесия в напряжениях и в перемещениях для оссимметричной задачи теории упругости, общее решение задачи в перемещениях и напряжениях. 2. Для заданной схемы нагружения цилиндрического тела давлением p записать граничные условия и решить краевую задачу: определить постоянные интегрирования и выписать решение задачи через параметр давления p . 3. По заданному критерию прочности определить допускаемое значение давления $[p]$. 4. При найденном значении давления $[p]$ построить эпюры радиальных и окружных напряжений и радиальных перемещений $u(r)$. 5. В опасной точке цилиндра выделить элемент и указать действующие на его гранях радиальные и окружные напряжения. <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Оссимметричная задача теории упругости" <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Оссимметричная задача теории упругости и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 128-133 [5], 89-106

9	Расчет тонкостенных оболочек	32		10	-	10	-	-	-	-	-	12	-	
9.1	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории	16		4	-	6	-	-	-	-	-	6	-	
9.2	Оссесимметрическая деформация круговых цилиндрических оболочек	16		6	-	4	-	-	-	-	-	6	-	

Подготовка к контрольной работе:

Изучение материалов по разделу Расчет тонкостенных оболочек и подготовка к контрольной работе

Подготовка к текущему контролю:

Повторение материала по разделу "Расчет тонкостенных оболочек"

Подготовка курсовой работы: Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории. Тонкостенный резервуар с толщиной стенок h заполнен жидкостью и нагружен давлением газа. 1. Используя безмоментную теорию для оболочек вращения – уравнение Лапласа и метод сечений построить эпюры меридиональных и окружных напряжений по участкам. 2. По заданному критерию прочности определить толщину стенки резервуара. Оссесимметрическая деформация цилиндрической оболочки 1. Привести уравнение осесимметричной изгибной деформации оболочки и решение типа краевого эффекта для прогибов, углов поворотов сечений оболочки, изгибающих моментов и поперечных сил. Для заданной расчетной схемы стальной оболочки оценить длину зоны краевого эффекта. 2. Записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно (с использованием математического пакета MathCAD или Matlab). 3. Аналитически или численно построить решение для прогибов и изгибающих моментов и соответствующие эпюры (графики) $w(x)$, $M(x)$ в области краевого эффекта. 4. Проверить прочность оболочки по критерию Сен-Венана.

														<u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет тонкостенных оболочек" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 133-146 [2], 70-73 [5], 64-88
10	Оссимметричный изгиб круговых пластин	14		4	-	4	-	-	-	-	6	-		<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Оссимметричный изгиб круговых пластин"
10.1	Оссимметричный изгиб круговых пластин	14		4	-	4	-	-	-	-	6	-		<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Оссимметричный изгиб круговых пластин и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка курсовой работы:</u> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Расчет круговой пластины при оссимметричном нагружении В качестве расчетной схемы элемента парогенератора принимается круговая (кольцевая) пластина постоянной толщины, нагруженная оссимметричной нагрузкой. 1.Привести уравнение изгиба пластин и его решение для прогибов, углов поворотов и изгибающих моментов в полярных координатах. 2.Для заданной расчетной схемы записать граничные условия и определить постоянные интегрирования аналитически или численно (с использованием математического пакета MathCAD или Matlab). 3.Аналитически или численно построить решение для прогибов, радиальных и окружных изгибающих моментов и соответствующие эпюры

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии

1.1. Введение в курс

Общие положения о свойствах материалов. Внутренние силовые факторы. Основные виды деформаций стержней..

1.2. Расчеты при растяжении сжатии

Растяжение сжатие призматического стержня. Закон Гука. Определение напряжений и деформаций при растяжении -сжатии. Расчет статически неопределеных систем. Определение температурных и монтажных усилий в статически неопределеных системах. Три основные задачи расчетов на прочность. Примеры расчетов.

2. Сдвиг и кручение

2.1. Кручение стержней кругового поперечного сечения

Кручение стержней кругового поперечного сечения. Угол сдвига и угол поперота поперечного сечения. Закон Гука при сдвиге. Вывод формулы для касательных напряжений при кручении стержня кругового сечения. Условие прочности Условие жесткости при кручении..

2.2. Расчет витых цилиндрических пружин растяжения –сжатия

Расчет витых цилиндрических пружин растяжения –сжатия. Осадка пружины. Подбор параметров пружины..

3. Изгиб стержней

3.1. Расчеты на прочность при изгибе

Классификация видов изгиба. Геометрические характеристики поперечных сечений. Дифференциальные зависимости между внутренними силовыми факторами при прямом поперечном изгибе. Вывод формулы для нормальных напряжений при чистом изгибе. Понятие о рациональных формах поперечных сечений. Перемещения при изгибе. Дифференциальное уравнение упругой кривой при изгибе балки, его интегрирование. Метод начальных параметров..

3.2. Перемещения при изгибе

Интеграл Максвелла-Мора для определения перемещений при изгибе. Метод Симпсона для вычисления интеграла. Изгиб балок при температурном воздействии. Примеры расчетов.

4. Сложные виды деформаций стержней

4.1. Косой изгиб

Косой изгиб. Нормальные напряжения при косом изгибе. Нейтральная линия..

4.2. Сочетание изгиба с растяжением

Сочетание изгиба с растяжением. Внекентренное растяжение -сжатие. Вычисление напряжений при нагружении стержня кругового сечения..

4.3. Сочетание изгиба с кручением стержня кругового сечения.

Сочетание изгиба с кручением стержня кругового сечения. Примеры расчетов.

5. Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях

5.1. Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях

Типы циклов и их параметры. Кривая усталости Велера. Предел выносливости материалов. Факторы, влияющие на величину предела выносливости. Диаграмма предельных напряжений Хейга. Определение коэффициента запаса по выносливости. Последовательность расчетов на выносливость вращающихся валов..

6. Напряженное состояние в точке. Критерии прочности

6.1. Напряженное состояние в точке. Критерии прочности

Тензор напряжений. Главные напряжения. Обобщенный закон Гука. Удельная потенциальная энергия упругой деформации. Удельная потенциальная энергия изменения объема и формы. Критерий прочности Мизеса. Критерий прочности Сен-Венана. Критерий хрупкого разрушения Мора..

7. Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб

7.1. Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгиб

Степень статической неопределенности. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Деформационная проверка. Определение перемещений в статически неопределенных системах. Примеры расчета многопролетных балок.

8. Осесимметричная задача теории упругости

8.1. Осесимметричная задача теории упругости

Вывод уравнений равновесия в напряжениях для элемента цилиндра, нагруженного давлением. Соотношения для деформаций. Уравнение в перемещениях, его интегрирование. Определение напряжений от центробежных сил инерции во вращающихся дисках. Расчет составных цилиндров и дисков. Понятие об освобождающем числе оборотов..

9. Расчет тонкостенных оболочек

9.1. Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории

Вывод уравнения Лапласа для меридиональных и окружных напряжений в тонкостенных оболочках вращения. Уравнение равновесия для отсеченной части оболочки. Расчет напряжений в сферических и конических оболочках, заполненных жидкостью. Расчет составных оболочек и ребер жесткости..

9.2. Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек

Вывод уравнений равновесия в усилиях для элемента цилиндрической оболочки. Деформации в цилиндрической оболочке. Уравнение в перемещениях, его интегрирование. Построение решений типа краевого эффекта..

10. Осесимметричный изгиб круговых пластин

10.1. Осесимметричный изгиб круговых пластин

Вывод уравнений равновесия в усилиях для элемента круговой пластины. Соотношения для деформаций. Уравнение равновесия в перемещениях для круговой пластины, его интегрирование. Постановка граничных условий..

11. Устойчивость сжатых стержней

11.1. Устойчивость сжатых стержней

Понятие об устойчивых состояниях равновесия. Продольный изгиб стержня. Вывод формулы Эйлера для критической силы шарнирно оперто стержня. Границы применимости формулы Эйлера. Расчеты на устойчивость при напряжениях, превышающих предел пропорциональности. Формула Ф.С.Ясинского. Расчет стержней на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба. Продольно поперечный изгиб стержней..

12. Колебания механических систем

12.1. Колебания механических систем

Свободные и вынужденные колебания. Вывод уравнений собственных колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Его решение. Частотное уравнение. Вынужденные колебания механических систем Амплитуды колебаний. Динамический коэффициент. Изгибные колебания вращающихся валов. Критические скорости вращения. Свободные колебания стержней с распределенной массой..

3.3. Темы практических занятий

1. Общие понятия механики деформируемого твердого тела;
2. Растижение сжатие стержней;
3. Кручение стержней;
4. Перемещения при изгибе;
5. Сложные виды деформаций;
6. Безмоментная теория оболочек;
7. Осесимметричный изгиб круговых пластин;
8. Расчет статически неопределеных систем при изгибе;
9. Расчет толстостенных цилиндров и вращающихся дисков;
10. Осесимметричный изгиб цилиндрических оболочек;
11. Устойчивость стержней;
12. Расчеты на выносливость;
13. Колебания механических систем;
14. Расчеты на прочность при изгибе;
15. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Критерии прочности.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Аудиторные консультации по курсовому проекту/работе (КПР)

1. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии"
2. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Сдвиг и кручение"

3. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Изгиб стержней"
4. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Сложные виды деформаций стержней"
5. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях"
6. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Напряженное состояние в точке. Критерии прочности"
7. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгиб"
8. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Осесимметричная задача теории упругости"
9. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Осесимметричный изгиб круговых пластин"
11. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Устойчивость сжатых стержней"
12. Консультации направлены на выполнение разделов курсового проекта под руководством наставника (преподавателя). В рамках часов на групповые консультации разбираются наиболее важные части расчетных заданий раздела "Колебания механических систем"

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сдвиг и кручение"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Изгиб стержней"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сложные виды деформаций стержней"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Напряженное состояние в точке. Критерии прочности"

7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгиб"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оссесимметрическая задача теории упругости"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оссесимметрический изгиб круговых пластин"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость сжатых стержней"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Колебания механических систем"

Индивидуальные консультации по курсовому проекту / работе (ИКП)

1. Консультации проводятся по разделу "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии"
2. Консультации проводятся по разделу "Сдвиг и кручение"
3. Консультации проводятся по разделу "Изгиб стержней"
4. Консультации проводятся по разделу "Сложные виды деформаций стержней"
5. Консультации проводятся по разделу "Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях"
6. Консультации проводятся по разделу "Напряженное состояние в точке. Критерии прочности"
7. Консультации проводятся по разделу "Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгиб"
8. Консультации проводятся по разделу "Оссесимметрическая задача теории упругости"
9. Консультации проводятся по разделу "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Консультации проводятся по разделу "Оссесимметрический изгиб круговых пластин"
11. Консультации проводятся по разделу "Устойчивость сжатых стержней"
12. Консультации проводятся по разделу "Колебания механических систем"

Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сдвиг и кручение"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Изгиб стержней"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Сложные виды деформаций стержней"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Напряженное состояние в точке. Критерии прочности"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгиб"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оссесимметрическая задача теории упругости"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Оссесимметрический изгиб круговых пластин"

11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость сжатых стержней"
12. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Колебания механических систем"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

4 Семестр

Курсовая работа (КР)

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 4	5 - 6	7 - 8	9 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4, 5	6, 7, 8	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	15	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет статически неопределенной балки методом сил
2	Осьсимметрическая задача теории упругости
3	Расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории
4	Осьсимметрическая деформация цилиндрической оболочки
5	Расчет круговой пластины при осьсимметричном нагружении
6	Устойчивость стержней
7	Изгибные колебания вращающихся валов
8	Колебания стержней с распределенной массой

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Знать:														
– основы механики деформируемого твердого тела; уравнения равновесия; внутренние силовые факторы; геометрические характеристики сечений; механические характеристики основных конструкционных материалов, применяемых при проектировании элементов машиностроительных конструкций, таких как сталь, алюминий, композиционные материалы;	ИД-4ОПК-5							+						Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб»
- общие положения теории прочности; виды расчетов на прочность; определение напряжений и деформаций при растяжении-сжатии, изгибе, кручении и сложных видах деформации; понятия коэффициента запаса и допускаемых напряжений;	ИД-4ОПК-5				+	+	+							Контрольная работа/Контрольная работа «Сложные виды деформации» Контрольная работа/Расчетное задание " Расчеты на прочность и жесткость элементов машиностроительных конструкций"
Уметь:														
– проводить расчет на прочность круговых цилиндрических оболочек;	ИД-4ОПК-5								+					Контрольная работа/Контрольная работа «Оссесимметричная задача теории упругости»
– проводить расчет стержневых систем при изгибе на прочность и жесткость;	ИД-4ОПК-5			+										Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе»

– проводить расчеты статически неопределеных стержневых систем на прочность и жесткость;	ИД-4 _{ОПК-5}						+					Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб»
– проводить расчет стержневых систем при кручении на прочность и жесткость;	ИД-4 _{ОПК-5}		+									Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет на прочность при кручении стержней»
– строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов;	ИД-4 _{ОПК-5}							+				Контрольная работа/Контрольная работа «Осесимметрическая деформация круговых цилиндрических оболочек и осесимметрический изгиб круговых пластин»
– проводить расчет на прочность тонкостенных оболочек по безмоментной теории;	ИД-4 _{ОПК-5}							+				Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тонкостенных оболочек»
– проводить расчет стержневых систем при сложном нагружении на прочность и жесткость;	ИД-4 _{ОПК-5}			+	+							Контрольная работа/Контрольная работа «Сложные виды деформации» Контрольная работа/Расчетное задание "Расчеты на прочность и жесткость элементов машиностроительных конструкций"
– анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств;	ИД-4 _{ОПК-5}		+									Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе»
– проводить расчет на изгиб круговых и	ИД-4 _{ОПК-5}								+			Контрольная

кольцевых пластин;											работа/Контрольная работа «Оссесимметричные деформации круговых цилиндрических оболочек и осесимметричный изгиб круговых пластин»
– проводить расчет стержневых систем при растяжении (сжатии) на прочность и жесткость;	ИД-4опк-5	+									Контрольная работа/Контрольная работа: «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии) стержневых систем»
– проводить расчет стержневых систем на устойчивость и колебания.	ИД-4опк-5								+	+	Контрольная работа/Контрольная работа "Колебания и устойчивость"

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчетное задание "Расчеты на прочность и жесткость элементов машиностроительных конструкций" (Контрольная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет на прочность при кручении стержней» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Сложные виды деформации» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа: «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии) стержневых систем» (Контрольная работа)

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа "Колебания и устойчивость" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Осесимметрическая деформация круговых цилиндрических оболочек и осесимметричный изгиб круговых пластин» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Осесимметричная задача теории упругости» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Расчет статически неопределенных систем, работающих на изгибе» (Контрольная работа)
5. Контрольная работа «Расчет тонкостенных оболочек» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

Экзамен (Семестр №4)

Курсовая работа (КР) (Семестр №4)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

В диплом выставляется оценка за 4 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Новикова О.В.- "Лекции по сопротивлению материалов в структурнологических схемах", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013502.html>;
2. Минин, Л. С. Расчетные и тестовые задания по сопротивлению материалов : Учебное пособие для вузов по дисциплине "Сопротивление материалов" / Л. С. Минин, В. Е. Хроматов, Ю. П. Самсонов ; Ред. В. Е. Хроматов . – М. : Высшая школа, 2003 . – 224 с. - ISBN 5-06-004052-6 .;
3. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учебник для вузов / В. И. Феодосьев . – 13-е изд., стер . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005 . – 592 с. – (Механика в техническом университете ; Т.2) . - К 175-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана . - ISBN 5-7038-2699-3 .;
4. Ицкович, Г. М. Сопротивление материалов. Руководство к решению задач. Часть 1 : учебное пособие для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров ; ред. Л. С. Минин . – 4-е изд., испр. и доп . – М. : Юрайт, 2018 . – 318 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-534-05124-7 .;
5. Ицкович, Г. М. Сопротивление материалов. Руководство к решению задач. Часть 2 : учебное пособие для академического бакалавриата по инженерно-техническим направлениям / Г. М. Ицкович, Л. С. Минин, А. И. Винокуров ; ред. Л. С. Минин . – 4-е изд., испр. и доп . – М. : Юрайт, 2018 . – 282 с. – (Бакалавр. Академический курс) . - ISBN 978-5-534-05126-1 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
4. Scilab;
5. SmathStudio;
6. GNU Octave.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
3. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
4. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
9. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
10. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
11. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
12. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	В-308, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, трибуна, доска меловая, микрофон, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная, техническая аппаратура, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-418, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Б-400/1, Помещение дирекции ЭнМИ	стеллаж, стол, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика материалов и конструкций

(название дисциплины)

3 семестр**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Контрольная работа: «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии) стержневых систем» (Контрольная работа)

КМ-2 Контрольная работа «Расчет на прочность при кручении стержней» (Контрольная работа)

КМ-3 Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе» (Контрольная работа)

КМ-4 Контрольная работа «Сложные виды деформации» (Контрольная работа)

КМ-5 Расчетное задание " Расчеты на прочность и жесткость элементов машиностроительных конструкций" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	12	15	16
1	Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии						
1.1	Введение в курс	+					
1.2	Расчеты при растяжении сжатии	+					
2	Сдвиг и кручение						
2.1	Кручение стержней кругового поперечного сечения		+				
2.2	Расчет витых цилиндрических пружин растяжения –сжатия		+				
3	Изгиб стержней						
3.1	Расчеты на прочность при изгибе				+		
3.2	Перемещения при изгибе				+		
4	Сложные виды деформаций стержней						
4.1	Косой изгиб					+	+
4.2	Сочетание изгиба с растяжением					+	+
4.3	Сочетание изгиба с кручением стержня кругового сечения.					+	+

5	Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях					
5.1	Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях				+	+
6	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности					
6.1	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности				+	+
Вес КМ, %:		15	15	15	15	40

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-6 Контрольная работа «Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб» (Контрольная работа)
 КМ-7 Контрольная работа «Оссесимметрическая задача теории упругости» (Контрольная работа)
 КМ-8 Контрольная работа «Расчет тонкостенных оболочек» (Контрольная работа)
 КМ-9 Контрольная работа «Оссесимметрическая деформация круговых цилиндрических оболочек и осесимметрический изгиб круговых пластин» (Контрольная работа)
 КМ-10 Контрольная работа "Колебания и устойчивость" (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-6	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб						
1.1	Расчет статически неопределеных систем, работающих на изгиб	+					
2	Оссесимметрическая задача теории упругости						
2.1	Оссесимметрическая задача теории упругости			+			
3	Расчет тонкостенных оболочек						
3.1	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории				+		
3.2	Оссесимметрическая деформация круговых цилиндрических оболочек					+	
4	Оссесимметрический изгиб круговых пластин						
4.1	Оссесимметрический изгиб круговых пластин					+	
5	Устойчивость сжатых стержней						
5.1	Устойчивость сжатых стержней						+

6	Колебания механических систем					
6.1	Колебания механических систем					+
	Вес КМ, %:	20	20	20	20	20

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Механика материалов и конструкций

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Оценка выполнения задачи КР №1
- КМ-2 Оценка выполнения задач КР № 2,3
- КМ-3 Оценка выполнения задач КР № 4,5
- КМ-4 Оценка выполнения задач КР № 6,7
- КМ-5 Оценка выполнения задач КР № 8

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	KM-1	KM-2	KM-3	KM-4	KM-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Расчет статически неопределенной балки методом сил	+					
2	Оссесимметричная задача теории упругости		+				
3	Расчет тонкостенной оболочки по безмоментной теории				+		
4	Оссесимметричная деформация цилиндрической оболочки					+	
5	Расчет круговой пластины при осесимметричном нагружении					+	
6	Устойчивость стержней						+
7	Изгибные колебания вращающихся валов						+
8	Колебания стержней с распределенной массой						+
Вес КМ, %:			25	15	20	20	20