

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

---

Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Наименование образовательной программы: Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И КОНСТРУКЦИЙ**

<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Обязательная</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.О.16</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>3 семестр - 6; 4 семестр - 6; всего - 12</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>432 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>3 семестр - 32 часа; 4 семестр - 32 часа; всего - 64 часа</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>3 семестр - 48 часа; 4 семестр - 48 часа; всего - 96 часа</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>3 семестр - 18 часов; 4 семестр - 18 часов; всего - 36 часа</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>3 семестр - 113,2 часов; 4 семестр - 113,2 часов; всего - 226,4 часа</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>3 семестр - 51,7 часа; 4 семестр - 51,7 часа; всего - 103,4 часа</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>3 семестр - 4 часа; 4 семестр - 4 часа; всего - 8 часов</b>
<b>включая:</b>	
<b>Контрольная работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	<b>3 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>3 семестр - 0,3 часа;</b>
<b>Экзамен</b>	<b>4 семестр - 0,5 часа;</b>
<b>Защита курсовой работы</b>	<b>4 семестр - 0,3 часа;</b>
	<b>всего - 1,6 часа</b>

**Москва 2023**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

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

(подпись)

Т.Н. Догадина

(расшифровка подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620

(подпись)

Б.И. Адамов

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883f

(подпись)

И.В. Меркурьев

(расшифровка подписи)

## 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-определимых при статических, циклических и температурных нагрузках с учетом возможной потери устойчивости;
- – овладение методиками расчета на прочность статически-неопределимых 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-1 Способен применять естественнонаучные и общепрофессиональные знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub> Применяет алгоритмы механики деформируемого твердого тела для выполнения расчётов элементов конструкций на прочность и жесткость	знать: - – основы механики деформируемого твердого тела; понятия внутренних силовых факторов; геометрические характеристики сечений; основы теории прочности;  уметь: - – проводить расчет стержневых систем при сложном нагружении на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов; - – проводить расчет стержневых систем при изгибе на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов; - – проводить расчет стержневых систем при кручении на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов; - – проводить расчет стержневых систем при растяжении (сжатии) на прочность и жесткость, строить графики

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании и конструировании экспериментальных макетов мехатронных и робототехнических систем, изделий детской и образовательной робототехники	ИД-1ПК-1 Способен выполнять разработку схемотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- - 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;.</li> </ul> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- – проводить расчет стержневых систем на устойчивость и колебания.;</li> <li>- – проводить расчеты статически неопределимых стержневых систем на прочность и жесткость, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств;</li> <li>- – проводить расчет на прочность тонкостенных оболочек по безмоментной теории, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств;</li> <li>- – проводить расчет на прочность круговых цилиндрических оболочек, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств;</li> <li>- – проводить расчет на изгиб круговых и кольцевых пластин, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств.</li> </ul>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике (далее – ОПОП), направления подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, 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 12 зачетных единиц, 432 часа.

№ 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	18	3	6	-	8	-	-	-	-	-	4	-	<p><b>Подготовка курсовой работы:</b> 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 <math>[\sigma]=160</math> МПа. Расчет ступенчатого стержня на растяжение при квазистатическом нагружении Стержень нагружен монотонно возрастающими силами Р и кР. 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</p>
1.1	Введение в курс	6		2	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
1.2	Расчеты при растяжении сжатии	12		4	-	6	-	-	-	-	-	2	-	

																						<p>последующем увеличении параметра силы P в два раза по отношению к значению P1, при котором перекрылся зазор. Построить соответствующие эпюры. 2.3. Определить коэффициент запаса прочности n.</p> <p>Стержевая система нагружена внешней силой P и испытывает нагрев одного из стержней. 3.1. Определить продольные силы и напряжения в стержнях при нагружении силой P, приняв её как параметр. 3.2. Из условия прочности определить допустимое значение силы [P]. 3.3. Определить усилия и напряжения в стержнях, если стержень, отмеченный на схеме нагрет на <math>\Delta T</math>. Расчет выполнить в предположении, что сила P отсутствует. 3.4. Проверить прочность системы при совместном действии нагрузки [P] и температурном воздействии</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Введение в курс. Расчеты при растяжении сжатии" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 17-57 [2], 9-14 [3], 9-19 [5], стр. 11-28</p>	
2	Сдвиг и кручение	14	4	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-										
2.1	Кручение стержней кругового	9	3	-	4	-	-	-	-	-	-	2	-										<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей</p>

	поперечного сечения																		
2.2	Расчет витых цилиндрических пружин растяжения – сжатия	5		1	-	2	-	-	-	-	-	2	-						<p>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 неопределимой системы раскрыть статическую неопределимость и построить эпюру крутящих моментов <math>M_z</math> по длине стержня. 4.2. Из расчета на прочность и жесткость определить диаметр стержня <math>d</math>. Построить эпюру касательных напряжений в опасном сечении. 4.3. Построить эпюру углов закручивания по длине стержня. Для статически неопределимой системы определить погрешность вычислений.</p> <p>Проектирование витых цилиндрических пружин растяжения-сжатия Спроектировать витые цилиндрические пружины, при заданном внешнем воздействии <math>P</math> 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 <math>d</math> и найти диаметр витка пружины <math>D</math>. Диаметр проволоки округлить до целого числа в мм. 5.3. Из условия ограничения осадки пружины определить необходимое число витков пружин. 5.4. Для подобранных параметров каждой пружины проверить условие прочности, малости угла подъема витков, условие устойчивости пружины. 5.5. Рассчитать жесткость каждой пружины</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сдвиг и кручение"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сдвиг и кручение и подготовка к контрольной работе</p>



													<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сдвиг и кручение" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 103-121 [2], 24-28 [3], 80-108 [5], стр. 28-35</p>
3	Изгиб стержней	30	8	-	14	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Изгиб балки из пластичного материала Произвести расчет балки, изготовленной из пластичного материала с заданной формой поперечного сечения. 6.1. Определить геометрические характеристики поперечного сечения – главные центральные оси и моменты инерции сечения. 6.2. Определить опорные реакции. Записать аналитические выражения для поперечной силы <math>Q_y</math>, изгибающего момента <math>M_x</math>. Построить эпюры. 6.3. Из условия прочности при <math>[\sigma]=160</math> МПа определить допускаемое значение параметра нагрузки <math>q</math>. Построить эпюру нормальных напряжений в опасном сечении. 6.4. Для заданной схемы нагружения балки записать краевые условия, по методу начальных параметров получить выражения и построить эпюры (графики) прогибов и углов поворота сечений по длине балки. Расчет плоской статически определимой рамы при силовом и температурном воздействии Опора турбогенератора схематизируется в виде плоской рамы, изготовлена из стержней</p>
3.1	Расчеты на прочность при изгибе	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Перемещения при изгибе	16	4	-	8	-	-	-	-	-	4	-	

													<p>стандартного прокатного профиля и нагружена внешними силами. Материал сталь: <math>E=2 \cdot 10^5</math> МПа, <math>\sigma_T = 240</math> МПа, <math>\alpha = 1,25 \cdot 10^{-5}</math> 1/град. 7.1. Определить опорные реакции и построить эпюры внутренних силовых факторов <math>N_z</math>, <math>Q_y</math>, <math>M_x</math> как функции параметра внешней силы <math>P</math>. 7.2. Из расчетов на прочность по допускаемым напряжениям изгиба подобрать номер прокатного сечения рамы (двутавр или швеллер). Для выбранного сечения построить эпюру нормальных напряжений. 7.3. Для заданной рамы определить перемещение точки К при силовом воздействии, используя формулу Максвелла-Мора. 7.4. Для линейного закона изменения температуры по высоте поперечного сечения рамы определить перемещения точки К от температурного воздействия. (Применить формулу Максвелла-Мора, учесть продольную и изгибную температурные деформации).</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Изгиб стержней"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Изгиб стержней и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Изгиб стержней" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 34-44 [3], 139-259 [5], стр. 35-57</p>
4	Сложные виды деформаций стержней	16	4	-	8	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей</p>
4.1	Косой изгиб	8	2	-	4	-	-	-	-	-	2	-	

4.2	Сочетание изгиба с растяжением	4		1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	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 $\sigma_{т} = 240$ МПа. У к а з а н и е. Для случая косоугольного 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. Внецентренное нагружение стержней Стержень изготовлен из стандартного прокатного профиля и нагружен внецентренно 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 растяжении-сжатии. 9.3. Определить допускаемое значение силы Р из условия прочности по нормальным напряжениям от продольных сил и изгибающих моментов. Сравнить результаты расчета с результатом расчета по пункту 9.2. 9.4. Факультативно: Вывести уравнение нейтральной линии, построить эпюры нормальных напряжений
4.3	Сочетание изгиба с кручением стержня кругового сечения.	4		1	-	2	-	-	-	-	-	1	-	

													<p>□ Mx , □ My, □ Nz и суммарную эпюру нормальных напряжений относительно нейтральной линии. 9 Задача № 10. Расчет вращающегося вала на выносливость</p> <p>Промежуточный вал редуктора вращается с рабочей частотой n0 и передает мощность N.</p> <p>10.1. Определить передаваемый крутящий момент и усилия P1, P2 в зацеплениях зубчатых колес диаметрами D1, D2 . 10.2. Построить эпюры изгибающих моментов Mx , My и крутящего момента Mz . 10.3. Не учитывая циклического изменения напряжений и приняв нормативный коэффициент запаса прочности <math>4 \leq [n] \leq 6</math> по заданному критерию прочности, подобрать диаметр вала d</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сложные виды деформаций стержней"</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Сложные виды деформаций стержней и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Сложные виды деформаций стержней" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 207-215 [2], 49-53 [3], 290-317 [5], стр. 60-69</p>
5	Расчеты на прочность при циклически меняющихся напряжениях	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 471-504 [2], 78-80 [4], 189-211</p>
5.1	Расчеты на прочность	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	

	при циклически меняющихся напряжениях												[5], стр. 192-206	
6	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности	16		6	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 227-273 [5], стр. 97-120
6.1	Напряженное состояние в точке. Критерии прочности	16		6	-	6	-	-	-	-	-	4	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	72.0		-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>79.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>		<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>113.2</b>		
7	Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб	14	4	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> 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 неопределимой балкой. 1.Рассмотреть два варианта основной системы, один из которых получен путем включения врезных шарниров, а другой – при непосредственном отбрасывании лишних связей. Построить эпюры единичных моментов и выбрать оптимальный вариант основной системы. 2.Построить эпюры грузовых изгибающих моментов, вычислить коэффициенты канонических уравнений метода сил, решить уравнения относительно лишних
7.1	Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб	14		4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	

													<p>неизвестных. 3. Построить эпюры изгибающих моментов. Провести деформационную проверку путем перемножения эпюры изгибающих моментов и эпюр единичных сил. Оценить погрешность расчетов (допускается погрешность не более 5%). 4. Из расчета на прочность по нормальным напряжениям изгиба подобрать поперечное сечение балки стандартного прокатного профиля (двутавр или швеллер). 5. Вычислить перемещение точки К. Плоская рама изготовлена из стержней стандартного прокатного профиля и нагружена внешними силами. 1. Методом сил раскрыть статическую неопределимость рамы. 2. Построить эпюры внутренних силовых факторов <math>N_z</math>, <math>Q_y</math>, <math>M_x</math>. 3. Определить коэффициент запаса прочности рамы по нормальным напряжениям. 4. Для линейного закона изменения температуры по высоте поперечного сечения рамы определить перемещение точки К от температурного воздействия.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб"</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 45-48</p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

															[5], стр. 69-79
8	Осесимметричная задача теории упругости	14	6	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b>Подготовка к практическим занятиям:</b> Изучение материала по разделу "Осесимметричная задача теории упругости" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b>Подготовка курсовой работы:</b> 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 осесимметричной задачи теории упругости, общее решение задачи в перемещениях и напряжениях. 2. Для заданной схемы нагружения цилиндрического тела давлением <math>p</math> записать граничные условия и решить краевую задачу: определить постоянные интегрирования и выписать решение задачи через параметр давления <math>p</math>. 3. По заданному критерию прочности определить допустимое значение давления <math>[p]</math>. 4. При найденном значении давления <math>[p]</math> построить эпюры радиальных и окружных напряжений и радиальных перемещений <math>u(r)</math>. 5. В опасной точке цилиндра выделить элемент и указать действующие на его гранях радиальные и окружные напряжения.</p>	
8.1	Осесимметричная задача теории упругости	14	6	-	4	-	-	-	-	-	-	4	-	<p><b>Подготовка к контрольной работе:</b> Изучение материалов по разделу Осесимметричная задача теории упругости и подготовка к контрольной работе</p> <p><b>Подготовка к текущему контролю:</b> Повторение материала по разделу "Осесимметричная задача теории упругости"</p> <p><b>Изучение материалов литературных источников:</b></p>	
														[4], 89-106	

														[5], стр. 128-133
9	Расчет тонкостенных оболочек	32	10	-	14	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет тонкостенных оболочек и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет тонкостенных оболочек" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> 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 <math>h</math> заполнен жидкостью и нагружен давлением газа.</p> <p>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. Осесимметричная 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</p>
9.1	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории	14	4	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	
9.2	Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек	18	6	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-	



														<p>изгибающих моментов и соответствующие эпюры (графики) <math>w(x)</math>, <math>M(x)</math> в области краевого эффекта. 4. Проверить прочность оболочки по критерию Сен-Венана.</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Расчет тонкостенных оболочек"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 70-73 [4], 64-88 [5], стр. 133-146</p>
10	Осесимметричный изгиб круговых пластин	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Осесимметричный изгиб круговых пластин"</p>	
10.1	Осесимметричный изгиб круговых пластин	14	4	-	6	-	-	-	-	-	4	-	<p>подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> 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 осесимметричном нагружении. В качестве расчетной схемы элемента парогенератора принимается круговая (кольцевая) пластина постоянной толщины, нагруженная осесимметричной 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</p>	

															(графики). 4.Для опасных точек определить радиальные и окружные напряжения изгиба, показать вид напряженного состояния в опасных точках. 5.Из расчетов на прочность и жесткость определить допускаемое значение внешней нагрузки. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Осесимметричный изгиб круговых пластин и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Осесимметричный изгиб круговых пластин" <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [5], стр. 146-153
11	Устойчивость сжатых стержней	12	2	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	<b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Устойчивость сжатых стержней"	
11.1	Устойчивость сжатых стержней	12	2	-	6	-	-	-	-	-	-	4	-	подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Устойчивость стержней Прямолинейный стальной стержень нагружен осевой силой Р. 1.Дать определение критической силы для сжатого стержня, определение гибкости стержня, понятие предельной гибкости. Привести формулы для расчета критической силы в зависимости от его гибкости. 2.Для стержня составного сечения подобрать размер с из условия равно-устойчивости стержня относительно главных центральных осей. 3.Из расчета на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба	

													<p>определить допустимое значение внешней силы Р.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Устойчивость сжатых стержней и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Устойчивость сжатых стержней"</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 505-518 [2], 54-58 [5], стр. 79-89</p>
12	Колебания механических систем	22	6	-	12	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Колебания механических систем"</p>
12.1	Колебания механических систем	22	6	-	12	-	-	-	-	-	4	-	<p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Колебания механических систем и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Колебания механических систем" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Подготовка курсовой работы:</u></b> Курсовая работа представлена в виде крупной задачи по учебному кейсу, охватывающей несколько расчетных вопросов и выбор варианта проектного решения. Пример задания: Изгибные колебания вращающихся валов Промежуточный вал редуктора вращается с постоянной частотой вращения. На вал посажены диски массами М1 , М2 с эксцентриситетами <math>\square 1</math> и <math>\square 2</math>, лежащими в одной плоскости. 1.Рассматривая вал с дисками как систему с двумя степенями свободы, записать уравнения малых</p>

													<p>вынужденных колебаний вала. 2.Вычислить частоты собственных колебаний и соответствующие им критические числа оборотов вала <math>n_1, n_2</math>. 3.Вычислить амплитуды смещений дисков вращающегося вала при рабочем числе оборотов, равно <math>n_{раб}=(n_1+ n_2)/2</math>, и наибольшие напряжения изгиба в поперечных сечениях вала. 4.Вывести формулы для прогибов вала в местах крепления дисков в зависимости от угловой частоты вращения вала. Построить амплитудно-частотные характеристики системы (выполняется факультативно). Колебания стержней с распределенной массой 1.Для заданного стержня постоянного поперечного сечения привести уравнение свободных изгибных колебаний, его решение в общем виде и записать граничные условия, соответствующие предложенной схеме. 2.Используя справочные данные, выписать соотношения для частот свободных изгибных колебаний, привести значения первых трех корней частотного уравнения. 3.Произвести подбор размеров поперечного сечения стержня из условия ограничения первой собственной частоты колебаний. 4.Вычислить вторую и третью частоты колебаний стержня, привести соответствующие им формы колебаний.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b>  [4], 212-276  [5], стр. 153-181</p>
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Курсовая работа (КР)	72.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	51.7	-	
	<b>Всего за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>0.8</b>	<b>79.7</b>	<b>33.5</b>	
	<b>Итого за семестр</b>	<b>216.0</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>48</b>	<b>18</b>		<b>4</b>		<b>0.8</b>	<b>113.2</b>		

	ИТОГО	432.0	-	64	-	96	36	8	1.6	226.4	
--	-------	-------	---	----	---	----	----	---	-----	-------	--

**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 неопределимых систем. Определение температурных и монтажных усилий в статически неопределимых 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 поворота 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. Внецентренное 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 неопределимых систем, работающих на изгиб

### 7.1. Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб

Степень статической неопределимости. Выбор основной системы. Канонические уравнения метода сил. Деформационная проверка. Определение перемещений в статически неопределимых 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 опертого 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. Перемещения при изгибе;
2. Расчеты на прочность при изгибе;
3. Кручение стержней;
4. Растяжение сжатие стержней;
5. Сложные виды деформаций;
6. Расчеты на выносливость;
7. Осесимметричный изгиб круговых пластин;
8. Расчет статически неопределимых систем при изгибе;
9. Осесимметричный изгиб цилиндрических оболочек;
10. Расчет толстостенных цилиндров и вращающихся дисков;
11. Безмоментная теория оболочек;
12. Колебания механических систем;
13. Устойчивость стержней;
14. Напряженное состояние в точке. Тензор напряжений. Критерии прочности;
15. Общие понятия механики деформируемого твердого тела.

### **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 неопределимых 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 неопределимых систем, работающих на изгиб"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Осесимметричная задача теории упругости"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Осесимметричный 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 (ИККП)

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 неопределимых систем, работающих на изгиб"
8. Консультации проводятся по разделу "Осесимметричная задача теории упругости"
9. Консультации проводятся по разделу "Расчет тонкостенных оболочек"
10. Консультации проводятся по разделу "Осесимметричный 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 неопределимых систем, работающих на изгиб"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Осесимметричная 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 "Осесимметричный 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)

Темы:

- Прочность, устойчивость, колебания элементов машиностроительных конструкций: Часть 1  
Статические расчеты Часть 2 Динамические расчеты

#### 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, 9	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

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

### 3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Расчеты на прочность и жесткость элементов машиностроительных конструкций: Часть 1  
Расчеты на прочность при растяжении и кручении Часть 2 Расчеты стержневых систем на изгиб и сложные виды деформаций

#### 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	9, 10	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	20	20	20	20	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	40	60	80	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет ступенчатого стержня на растяжение при квазистатическом нагружении
2	Расчет статически определимой фермы
3	Определение монтажных и температурных напряжений в стержневых системах
4	Кручение стержней кругового поперечного сечения
5	Проектирование витых цилиндрических пружин растяжения-сжатия
6	Изгиб балок из пластического материала
7	Расчет плоской статически определимой рамы при силовом и температурном воздействии
8	Сложные виды деформации стержневых систем
9	Внецентренное нагружение стержней
10	Расчет вращающегося вала на выносливость

### 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		
<b>Знать:</b>															
– основы механики деформируемого твердого тела; понятия внутренних силовых факторов; геометрические характеристики сечений; основы теории прочности;	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub>				+	+	+								Контрольная работа/Контрольная работа " Расчет вала на выносливость"  Контрольная работа/Контрольная работа «Сложные виды деформации»
- 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-1 <sub>ПК-1</sub>								+						Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб»
<b>Уметь:</b>															
– проводить расчет стержневых систем при растяжении (сжатии) на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub>	+													Контрольная работа/Контрольная работа: «Расчеты на прочность при растяжении (сжатии) стержневых систем»
– проводить расчет стержневых систем при кручении на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub>		+												Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет на прочность при кручении стержней»

КОМПЛЕКСОВ															
– проводить расчет стержневых систем при изгибе на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub>			+											Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе»
– проводить расчет стержневых систем при сложном нагружении на прочность и жесткость, строить графики внутренних силовых факторов, перемещений с использованием современных математических программных комплексов	ИД-11 <sub>ОПК-1</sub>			+	+										Контрольная работа/Контрольная работа " Расчет вала на выносливость" Контрольная работа/Контрольная работа «Сложные виды деформации»
– проводить расчет на изгиб круговых и кольцевых пластин, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>									+					Контрольная работа/Контрольная работа «Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек и осесимметричный изгиб круговых пластин»
– проводить расчет на прочность круговых цилиндрических оболочек, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>							+							Контрольная работа/Контрольная работа «Осесимметричная задача теории упругости»
– проводить расчет на прочность тонкостенных оболочек по безмоментной теории, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>								+						Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет тонкостенных оболочек»
– проводить расчеты статически	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>							+							Контрольная работа/Контрольная

неопределимых стержневых систем на прочность и жесткость, анализировать эпюры, находить экстремальные значения с помощью программных средств																			работа «Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб»	
– проводить расчет стержневых систем на устойчивость и колебания.	ИД-1ПК-1																	+	+	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: Письменная работа

1. Контрольная работа "Расчет вала на выносливость" (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет на прочность при изгибе» (Контрольная работа)
3. Контрольная работа «Расчет на прочность при кручении стержней» (Контрольная работа)
4. Контрольная работа «Сложные виды деформации» (Контрольная работа)
5. 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 «Осесимметричная 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 неопределимых систем, работающих на изгиб» (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.

#### Курсовая работа (КР) (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)

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

#### 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. 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 .;
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. 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 .;
4. 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. Новикова О.В.- "Лекции по сопротивлению материалов в структурнологических схемах", Издательство: "МЭИ", Москва, 2019  
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013502.html>.

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Майнд Видеоконференции;
5. Антиплагиат ВУЗ;
6. Scilab;
7. SmathStudio;
8. 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
	Д-401, Учебная аудитория	стол преподавателя, доска меловая, мультимедийный проектор, экран
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-204, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	А-314, Учебная аудитория "А"	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Б-400, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-402, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол учебный, стул, доска меловая, доска маркерная
	Б-412, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-407, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Б-415, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-413, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
	Б-411, Учебная аудитория	стол преподавателя, стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, доска маркерная
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
	С-200, Компьютерный класс каф. "РМДиПМ"	стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный

Помещения для консультирования	Б-110/1, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный
	Б-110/2, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
	Б-110/3, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	кресло рабочее, стол, стул, шкаф, компьютер персональный, принтер
	Б-111, Кабинет сотрудников каф. "РМДиПМ"	стол, стул, шкаф, книги, учебники, пособия
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	С-114/1, Массажная	

## 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 Контрольная работа " Расчет вала на выносливость" (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	6	8	12	15
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, %:		20	20	20	20	20

#### 4 семестр

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

- КМ-6 Контрольная работа «Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб» (Контрольная работа)
- КМ-7 Контрольная работа «Осесимметричная задача теории упругости» (Контрольная работа)
- КМ-8 Контрольная работа «Расчет тонкостенных оболочек» (Контрольная работа)
- КМ-9 Контрольная работа «Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек и осесимметричный 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 неопределимых систем, работающих на изгиб						
1.1	Расчет статически неопределимых систем, работающих на изгиб		+				
2	Осесимметричная задача теории упругости						
2.1	Осесимметричная задача теории упругости			+			
3	Расчет тонкостенных оболочек						
3.1	Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории				+		
3.2	Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек				+		
4	Осесимметричный изгиб круговых пластин						
4.1	Осесимметричный 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 №1,2
- КМ-2 Оценка выполнения задач КР № 3,4
- КМ-3 Оценка выполнения задачи КР № 5
- КМ-4 Оценка выполнения задач КР № 6, 7
- КМ-5 Оценка выполнения задач КР № 8,9

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

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

**3 семестр**

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:**

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

КМ-5 Оценка выполнения задач КР № 9,10

**Вид промежуточной аттестации – защита КР.**

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	6	8	12	15
1	Расчет ступенчатого стержня на растяжение при квазистатическом нагружении		+				
2	Расчет статически определимой фермы		+				
3	Определение монтажных и температурных напряжений в стержневых системах			+			
4	Кручение стержней кругового поперечного сечения			+			
5	Проектирование витых цилиндрических пружин растяжения-сжатия				+		
6	Изгиб балок из пластического материала				+		
7	Расчет плоской статически определимой рамы при силовом и температурном воздействии					+	
8	Сложные виды деформации стержневых систем					+	
9	Внецентренное нагружение стержней						+
10	Расчет вращающегося вала на выносливость						+
Вес КМ, %:			20	20	20	20	20