

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

---

Направление подготовки/специальность: 08.03.01 Строительство

Наименование образовательной программы: Промышленное, гражданское и энергетическое строительство

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очно-заочная

**Рабочая программа дисциплины**  
**СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА**

<b>Блок:</b>	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
<b>Часть образовательной программы:</b>	Обязательная
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	Б1.О.03.14
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	6 семестр - 4;
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	144 часа
<b>Лекции</b>	6 семестр - 8 часов;
<b>Практические занятия</b>	6 семестр - 16 часов;
<b>Лабораторные работы</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Консультации</b>	6 семестр - 2 часа;
<b>Самостоятельная работа</b>	6 семестр - 117,5 часов;
<b>в том числе на КП/КР</b>	не предусмотрено учебным планом
<b>Иная контактная работа</b>	проводится в рамках часов аудиторных занятий
<b>включая:</b> Тестирование Контрольная работа	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Экзамен</b>	6 семестр - 0,5 часа;

**Москва 2023**

**ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:**

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Дуйшеналиев Т.
	Идентификатор	R86a751e4-DuyshenaliyevT-7dff0d3

Т. Дуйшеналиев

**СОГЛАСОВАНО:**

Руководитель  
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Хохлов В.А.
	Идентификатор	Ra1a9d479-KhokhlovVA-e19a9074

В.А. Хохлов

Заведующий выпускающей  
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Саинов М.П.
	Идентификатор	R44cf1cc8-SainovMP-e2adb419

М.П. Саинов

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** формирование знаний и приобретение необходимых навыков расчета сооружений и конструкций из различных материалов на прочность, жесткость и устойчивость под воздействием статических и динамических нагрузок с использованием современных вычислительных методов, аппаратов и комплексов

### Задачи дисциплины

- изучение физических явлений, вызывающих различные нагрузки на здания и сооружения;
- изучение разделов строительной механики (теории сооружений), связанных с расчетами на прочность, жесткость и устойчивость конструкций и сооружений промышленного, гражданского и гидротехнического назначений;
- освоение методов прочностных и деформационных расчетов статически определимых и статически неопределимых стержневых систем, находящихся под действием статических и динамических нагрузок;
- освоение методов прочностных и деформационных расчетов оболочек и пластин, находящихся под действием различных нагрузок;
- обучение рациональным методам расчета напряженно-деформированного состояния элементов зданий и сооружений.

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-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub> Описание основных сведений об объектах и процессах профессиональной деятельности посредством использования профессиональной терминологии	знать: - основные понятия, правила и порядок расчетов зданий и сооружений.  уметь: - самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование.
ОПК-3 Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub> Выбор метода или методики решения задачи профессиональной деятельности	знать: - основные положения и методы расчета зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии различных нагрузок и основы проектирования.  уметь: - связывать воедино инженерную постановку задачи, пользоваться современными методами расчета зданий и сооружений, а также подбирать конструкционные материалы для обеспечения их надежности, безопасности и экономичности.

## **2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО**

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленное, гражданское и энергетическое строительство (далее – ОПОП), направления подготовки 08.03.01 Строительство, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

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 4 зачетных единицы, 144 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	Основные понятия строительной механики	6.5	6	1.0	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Основные понятия строительной механики"</p> <p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Основные понятия строительной механики" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Основные понятия строительной механики и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Основные понятия строительной механики" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные понятия строительной механики"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания</p>	
1.1	Основные понятия строительной механики	6.0		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5		-
1.2	Степень свободы. Виды опор	0.5		0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-

													ориентированы на решения минизадч по разделу "Основные понятия строительной механики". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 14-23 [4], 14-25
2	Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании	12.0	1.0	-	2	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
2.1	Расчет балок и рам. Линии влияния	5.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
2.2	Расчет балок на упругом основании	6.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании и подготовка к контрольной работе <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных

														задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Для заданного варианта № ____ при размерах по строке ____ (табл.1) и нагрузке по строке(табл.2) требуется: 1.Произвести кинематический анализ систем. Если необходимо, построить поэтажные схемы многопролётных балок. 2.Определить опорные реакции и построить эпюры внутренних усилий
3	Расчет ферм и арок	8.0	0.5	-	2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
3.1	Расчет ферм и арок	8.0	0.5	-	2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет ферм и арок" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет ферм и арок и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет ферм и арок" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет ферм и арок" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет ферм и арок". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения

															аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Для заданного варианта № ____ при размерах по строке ____ (табл.1) и нагрузке по строке(табл.2) требуется: 1.Произвести кинематический анализ систем. 2.Определить опорные реакции и построить эпюры внутренних усилий в элементах статически определимой фермы и трехшарнирной арки. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 70-95, 133-142
4	Определение перемещений	8.0	0.5	-	2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Определение перемещений" материалу.	
4.1	Определение перемещений при силовом воздействии	7.0	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	5.5	-	Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.	
4.2	Перемещения от изменения температуры и осадки опор	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Определение перемещений и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Определение перемещений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Определение перемещений" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания	



													ориентированы на решения минизаданий по разделу "Определение перемещений". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 1. Определение перемещений и напряжений при изгибе балок и плоских рам от силового воздействия 2. Определение перемещений в статически определимых стержневых системах от температурного воздействия <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 185-192
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил	11.5	0.5	-	2	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.
5.1	Метод сил	11.5	0.5	-	2	-	-	-	-	-	9	-	<b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях

													<p><u><b>Самостоятельное изучение теоретического материала:</b></u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил"</p> <p><u><b>Подготовка расчетных заданий:</b></u> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Плоская рама изготовлена из стержней стандартного прокатного профиля и нагружена внешними силами. Материал стержней — сталь, <math>E=2 \cdot 10^5</math> МПа, <math>\mu = 240</math> МПа. 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 перемещения точки К от температурного воздействия. Указание: Применить формулу Максвелла–Мора, учесть продольную и изгибную температурные деформации. Принять начальную монтажную температуру <math>T_0 = 20^\circ\text{C}</math>, температуру наружной и внутренней поверхности рамы <math>T_1 = 5^\circ\text{C}</math>, <math>T_2 = 40^\circ\text{C}</math>, <math>\alpha=1,25 \cdot 10^{-5}</math> град <math>^{-1}</math>.</p> <p><u><b>Изучение материалов литературных источников:</b></u> [1], 213-215</p>	
6	Расчет статически неопределимых рам	12		1	-	2	-	-	-	-	-	9	-	<p><u><b>Подготовка домашнего задания:</b></u> Подготовка домашнего задания направлена</p>

	методом перемещений																
6.1	Метод перемещений	12		1	-	2	-	-	-	-	-	-	9		-	<p>на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет статически неопределимых рам методом перемещений и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Плоская рама изготовлена из стержней стандартного прокатного профиля и нагружена внешними силами. Материал стержней — сталь, <math>E=2 \cdot 10^5</math> МПа, <math>\sigma_T = 240</math> МПа. 1. Раскрыть кинематическую неопределимость статически неопределимой</p>	

													рамы рамы. 2. Выбрать основную систему метода перемещений и записать канонические уравнения. 3. Построить эпюры внутренних силовых факторов Nz, Qy, Mx. 4. Произвести статическую, деформационную и глобальную проверки построенных эпюр. 5. Определить коэффициент запаса прочности рамы по нормальным напряжениям. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 288-295
7	Основы метода конечных элементов (МКЭ)	6.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Основы метода конечных элементов (МКЭ)" <b><u>Подготовка реферата:</u></b> В рамках реферативной части студенту необходимо провести обзор литературных источников по выбранной теме, комплексно осветить вопрос в соответствии с темой реферата, подготовить презентацию для выступления по результатам работы на семинарском занятии. В качестве тем реферата студенту предлагаются следующие варианты: 1. метод конечных элементов в расчетах на растяжение–сжатие; 2. метод конечных элементов в расчетах на прочность при изгибе; 3. метод конечных элементов в расчетах стержней на устойчивость; 4. метод конечных элементов в расчетах пластин; 5. метод конечных элементов в расчетах цилиндров и оболочек вращения <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 485-493
7.1	Основы МКЭ	6.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	
8	Расчет оболочек	14.0	1.0	-	2.0	-	-	-	-	-	11	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
8.1	Расчет цилиндров	6.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	5	-	Подготовка домашнего задания направлена

8.2	Безмоментная теория расчета оболочек	4.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	<p>на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет оболочек" материалу.</p> <p>Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет оболочек и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет оболочек" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет оболочек"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизадч по разделу "Расчет оболочек". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 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</p>
8.3	Расчет цилиндрических оболочек	3.5		-	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	

														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. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], 61-63
9	Расчет пластин	8.0	0.5	-	2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b>
9.1	Расчет пластин	8.0	0.5	-	2	-	-	-	-	-	-	5.5	-	Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет пластин" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам. <b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет пластин и подготовка к контрольной работе <b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет пластин" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет пластин" <b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет пластин". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: В качестве расчетной схемы

													<p>сооружения принимается круговая (кольцевая) пластина постоянной толщины, нагруженная осесимметричной нагрузкой.</p> <p>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 (графики) <math>w(r)</math>, <math>M_r(r)</math>, <math>M_\theta(r)</math>. 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.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p> <p>[2], 75-78 [3], 146-152</p>
10	Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций	8.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b></p> <p>Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b></p>
10.1	Устойчивость сжатых стержней	8.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	<p>профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций" материалу. Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b></p>

														<p>Изучение материалов по разделу Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: 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 <math>\mu</math> (<math>\square</math>) определить допускаемое значение внешней силы Р. Принять <math>[\square]=160</math> МПа.</p> <p><b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b></p>
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



														[2], 46-48 [3], 85-87
11	Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки	14.0	1.0	-	2.0	-	-	-	-	-	-	11	-	<p><b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки" материалу.</p> <p>Дополнительно студенту необходимо изучить литературу и разобрать примеры выполнения подобных заданий. Проверка домашнего задания проводится по представленным письменным работам.</p> <p><b><u>Подготовка к контрольной работе:</u></b> Изучение материалов по разделу Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки и подготовка к контрольной работе</p> <p><b><u>Подготовка к практическим занятиям:</u></b> Изучение материала по разделу "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки"</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки". Студенты необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач. провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: Колебания стержней с распределенной массой 1. Для</p>
11.1	Основы динамики сооружений	4.5	0.5	-	1	-	-	-	-	-	-	3	-	
11.2	Вынужденные колебания	3.0	0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	-	2	-	
11.3	Ударные нагрузки	6.5	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	6	-	

													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 $\omega_1 < [\omega] = 1000$ Гц. 4.Вычислить вторую и третью частоты колебаний стержня, привести соответствующие им формы колебаний. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], 524-529
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	8.0	-	16.0	-	2	-	-	0.5	84.0	33.5	
	Итого за семестр	144.0	8.0	-	16.0		2	-		0.5		117.5	

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Основные понятия строительной механики

##### 1.1. Основные понятия строительной механики

Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и основные задачи строительной механики. Расчетная схема и классификация сооружений..

##### 1.2. Степень свободы. Виды опор

Методы расчета сооружений. Геометрическая неизменяемость и степени свободы систем. Кинематические связи. Опоры. Условия статической определимости геометрически неизменяемых стержневых систем. Примеры.

#### 2. Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании

##### 2.1. Расчет балок и рам. Линии влияния

Общие сведения о балках и рамах. Линии влияния опорных реакций, изгибающих моментов и поперечных сил балок. Определение усилий с помощью линий влияния. Статически определимые и статически неопределимые (неразрезные) балки и их аналитический расчет. Расчет трехшарнирных рам. Примеры.

##### 2.2. Расчет балок на упругом основании

Изгиб балок, лежащих на сплошном упругом основании. Дифференциальное уравнение изгиба балки на упругом основании и его интегрирование. Понятие о краевом эффекте. Применение метода начальных параметров для расчета балок на упругом основании.

#### 3. Расчет ферм и арок

##### 3.1. Расчет ферм и арок

Понятие о фермах и их кинематический анализ. Классификация ферм. Распределение и определение усилий в элементах ферм различного очертания. Аналитические методы расчета ферм. Способ вырезания узлов. Способ моментной точки. Способ сечений. Расчет статически неопределимых ферм и арок. Примеры.

#### 4. Определение перемещений

##### 4.1. Определение перемещений при силовом воздействии

Перемещения упругих систем. Работа внешних сил. Потенциальная энергия. Теорема о взаимности работ. Теорема о взаимности перемещений. Определение перемещений. Интеграл Максвелла-Мора. Правило Верещагина. Способы Бреслау-Мюллера и Симпсона. Примеры.

##### 4.2. Перемещения от изменения температуры и осадки опор

Температурные перемещения. Перемещения статически определимых систем от осадки опор. Примеры.

#### 5. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил

##### 5.1. Метод сил

Статически неопределимые системы. Понятие о статической и кинематической неопределимости. Метод сил. Основная система. Канонические уравнения метода сил для

статически неопределимых систем при изгибе. Определение коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных сил и продольных усилий. Статическая и деформационная проверки эпюр. Определение перемещений в статически неопределимых системах. Примеры.

## 6. Расчет статически неопределимых рам методом перемещений

### 6.1. Метод перемещений

Расчет рам методом перемещений. Кинематическая неопределимость рам. Определение числа неизвестных. Основная система и канонические уравнения метода перемещений. Статический способ определения коэффициентов и свободных членов системы канонических уравнений. Свойства матриц коэффициентов канонических уравнений. Построение эпюр изгибающих моментов, поперечных сил и продольных усилий в заданной системе. Проверка эпюр. Примеры.

## 7. Основы метода конечных элементов (МКЭ)

### 7.1. Основы МКЭ

Основы метода конечных элементов (МКЭ). Вариационная трактовка МКЭ. Основные понятия и этапы применения: дискретизация стержневых систем, выбор основных узловых неизвестных, аппроксимация искомого решения, построение основных разрешающих уравнений МКЭ. Программные вычислительные комплексы, основанные на МКЭ: Ansys, Лира, Stark и др..

## 8. Расчет оболочек

### 8.1. Расчет цилиндров

Общие гипотезы. Расчет осесимметрично нагруженных цилиндров. Уравнения равновесия элемента цилиндра в напряжениях. Уравнения равновесия в перемещениях и его решения. Примеры..

### 8.2. Безмоментная теория расчета оболочек

Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории. Уравнение Лапласа. Расчет напряжений в сферических и конических оболочках, заполненных газом и жидкостью. Примеры.

### 8.3. Расчет цилиндрических оболочек

Осесимметричная деформация круговых цилиндрических оболочек. Нормальные перемещения в цилиндрических оболочках. Внутренние силовые факторы при симметричной деформации оболочки. Уравнения равновесия элемента цилиндрической оболочки в усилиях и перемещениях. Краевой эффект в круговых цилиндрических оболочках. Примеры.

## 9. Расчет пластин

### 9.1. Расчет пластин

Осесимметричный изгиб круговых пластин. Нормальные перемещения и относительные деформации в круговых пластинах. Относительная деформация в радиальном и окружном направлениях. Уравнение равновесия элемента круговой пластины, записанное в усилиях. Уравнение равновесия в перемещениях для круговой пластины, его решение. Постановка граничных условий. Примеры.

## 10. Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций

### 10.1. Устойчивость сжатых стержней

Устойчивость сжатых стержней. Основные понятия и методы исследования на устойчивость. Продольный изгиб стержня. Критическая сила. Вывод формулы Эйлера для критической силы шарнирно опертого стержня. Обобщение формулы Эйлера для других случаев закрепления стержней. Границы применимости формулы Эйлера. Примеры. Потеря устойчивости стержней при упругопластических деформациях. Полная диаграмма зависимости критических напряжений от гибкости. Расчет стержней на устойчивость по коэффициенту продольного изгиба. Понятие о рациональных формах поперечных сечений сжатых стержней. Примеры.

## 11. Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки

### 11.1. Основы динамики сооружений

Виды механических колебаний. Кинематические характеристики колебательных процессов. Уравнение колебаний простейшей механической системы. Число степеней свободы механической системы. Примеры. Уравнения свободных колебаний системы с конечным числом степеней свободы. Решение системы уравнений свободных колебаний. Формы собственных колебаний упругой системы. Свойства частот и форм собственных колебаний. Колебания рам. Приведенная масса. Примеры.

### 11.2. Вынужденные колебания

Вынужденные колебания систем с одной степенью свободы. Действие периодической нагрузки. Резонанс. Вынужденные колебания систем со многими степенями свободы. Вывод уравнений колебаний систем с конечным числом степеней свободы. Поперечные колебания стержней с распределенной массой. Примеры.

### 11.3. Ударные нагрузки

Удар груза по сооружению. Приближенные расчеты при действии ударных нагрузок. Примеры.

## **3.3. Темы практических занятий**

1. 7. Расчет сжатых стержней и элементов конструкций на устойчивость (2 часа).;
2. 6. Осесимметричный изгиб круговых пластин (2).;
3. 5. Расчет тонкостенных оболочек по безмоментной теории (2 часа).;
4. 8. Расчет плоской рамы на действие периодической нагрузки. Определение внутренних силовых факторов (4 часа).;
5. 3. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил (2 часа).;
6. 1. Расчет балок. Методы определения усилий в стержнях ферм (1 час).;
7. 4. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом перемещений (2 часа).;
8. 2. Определение перемещений. Интеграл Максвелла-Мора. Правило Верещагина. Способы Бреслау-Мюллера и Симпсона. Температурные перемещения (1 час)..

## **3.4. Темы лабораторных работ**

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные понятия строительной механики"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет ферм и арок"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Определение перемещений"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основы метода конечных элементов (МКЭ)"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет оболочек"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет пластин"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки"

#### Текущий контроль (ТК)

1. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основные понятия строительной механики"
2. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании"
3. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет ферм и арок"
4. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Определение перемещений"
5. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил"
6. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет статически неопределимых рам методом перемещений"
7. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Основы метода конечных элементов (МКЭ)"
8. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет оболочек"
9. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет пластин"
10. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций"
11. Консультации направлены на получение индивидуального задания для выполнения контрольных мероприятий по разделу "Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки"

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ**

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 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		
<b>Знать:</b>														
основные понятия, правила и порядок расчетов зданий и сооружений	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>	+	+	+										Тестирование/Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки
основные положения и методы расчета зданий и сооружений на прочность, жесткость и устойчивость при действии различных нагрузок и основы проектирования	ИД-2 <sub>ОПК-3</sub>				+							+	+	Контрольная работа/Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры  Контрольная работа/Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ
<b>Уметь:</b>														
самостоятельно выбирать и составлять расчетные схемы, производить расчеты типовых конструкций и отдельных элементов сооружений, сравнивать и отыскивать оптимальные варианты решения, связывать воедино инженерную постановку задачи, расчет и проектирование	ИД-1 <sub>ОПК-3</sub>						+	+	+					Контрольная работа/Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры  Тестирование/Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки  Контрольная работа/Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость



													Контрольная работа/Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ
связывать воедино инженерную постановку задачи, пользоваться современными методами расчета зданий и сооружений, а также подбирать конструкционные материалы для обеспечения их надежности, безопасности и экономичности	ИД-2 <sub>опк-3</sub>								+	+			Контрольная работа/Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость Контрольная работа/Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ

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

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**6 семестр**

Форма реализации: Письменная работа

1. Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)
2. Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки (Тестирование)
3. Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа)
4. Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Экзамен (Семестр №6)*

Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

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

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Дарков, А. В. Строительная механика : учебник для строительных специальностей вузов / А. В. Дарков, Н. Н. Шапошников . – 8-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1986 . – 607 с.;
2. Механика материалов и конструкций. Основные формулы. Контрольные вопросы и задачи. Основоположники механики. [посвящ. 65-летию ЭнМИ ТУ МЭИ] : учебное пособие

по курсу "Механика материалов и конструкций" по направлению "Энергомашиностроение" / Ю. А. Окопный, В. П. Радин, В. Е. Хроматов, В. П. Чирков, Моск. энерг. ин-т (МЭИ ТУ) . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 276 с. - ISBN 978-5-383-00190-5 .;

3. Чирас, А. А. Строительная механика. Теория и алгоритмы : учебник для вузов по специальности "Промышленное и гражданское строительство" / А. А. Чирас . – М. : Стройиздат, 1989 . – 255 с. - ISBN 5-274-00555-1 .;

4. Дарков А. В., Шапошников В. А.- "Строительная механика", (12-е изд.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2010 - (656 с.)

[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_cid=25&pl1\\_id=121](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=121).

## 5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др);
5. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей).

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

1. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
2. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
3. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
4. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
5. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
6. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
7. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
8. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

## 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
	Г-305, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-305, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
	Г-305, Учебная аудитория	парта, стол преподавателя, стул, доска меловая, компьютерная сеть с выходом в Интернет,

		мультимедийный проектор, экран, компьютер персональный, кондиционер
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	Г-202, Кабинет сотрудников каф. "ЭГТС"	стол для работы с документами, стол компьютерный, стул, шкаф для документов, компьютерная сеть с выходом в Интернет, ноутбук, компьютер персональный, принтер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Г-225, Кладовая кафедры "ГВИЭ"	стеллаж для хранения инвентаря, стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, наборы демонстрационного оборудования, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, запасные комплектующие для оборудования, сменные запчасти для ЭВМ

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## Строительная механика

(название дисциплины)

## 6 семестр

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

- КМ-1 Основные понятия строительной механики. Расчет балок, рам и ферм на статическую и подвижную нагрузки (Тестирование)
- КМ-2 Определение перемещений в стержневых системах при статическом нагружении и воздействии температуры (Контрольная работа)
- КМ-3 Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил, методом перемещений и МКЭ (Контрольная работа)
- КМ-4 Расчет оболочек и пластин. Расчеты на устойчивость (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	9	11	13	15
1	Основные понятия строительной механики					
1.1	Основные понятия строительной механики		+			
1.2	Степень свободы. Виды опор		+			
2	Расчет балок и рам. Изгиб балок на упругом основании					
2.1	Расчет балок и рам. Линии влияния		+			
2.2	Расчет балок на упругом основании		+			
3	Расчет ферм и арок					
3.1	Расчет ферм и арок		+			
4	Определение перемещений					
4.1	Определение перемещений при силовом воздействии			+	+	
4.2	Перемещения от изменения температуры и осадки опор			+	+	
5	Расчет статически неопределимых стержневых систем методом сил					
5.1	Метод сил		+	+	+	+

6	Расчет статически неопределимых рам методом перемещений				
6.1	Метод перемещений	+	+	+	+
7	Основы метода конечных элементов (МКЭ)				
7.1	Основы МКЭ	+	+	+	+
8	Расчет оболочек				
8.1	Расчет цилиндров			+	+
8.2	Безмоментная теория расчета оболочек			+	+
8.3	Расчет цилиндрических оболочек			+	+
9	Расчет пластин				
9.1	Расчет пластин			+	+
10	Устойчивость сжатых стержней и элементов конструкций				
10.1	Устойчивость сжатых стержней		+	+	
11	Расчет сооружений на динамические и ударные нагрузки				
11.1	Основы динамики сооружений		+	+	
11.2	Вынужденные колебания		+	+	
11.3	Ударные нагрузки		+	+	
Вес КМ, %:		15	35	30	20