

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

"БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Е.И.Луковникова

\_\_\_\_\_ 26 мая \_\_\_\_\_ 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.01.04 Основы расчета строительных конструкций по российским и  
зарубежным нормам**

Закреплена за кафедрой **Строительных конструкций и технологий  
строительства**

Учебный план g080401\_23\_ТиП.plx

Направление подготовки 08.04.01 Строительство

Квалификация **магистр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Виды контроля в семестрах:

Реферат 1, Экзамен 1

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	Неделя 17			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
В том числе инт.	26	26	26	26
В том числе в форме практ.подготовки	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	102	102	102	102
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Дудина Ирина Васильевна \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

### **Основы расчета строительных конструкций по российским и зарубежным нормам**

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 г. № 482)

составлена на основании учебного плана:

Направление подготовки 08.04.01 Строительство  
утвержденного приказом ректора от 22.02.2023 № 80.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

### **Строительных конструкций и технологий строительства**

Протокол от 12.04.2023 г. №08

Срок действия программы: 2023-2025 уч.г.

Зав. кафедрой Дудина И.В.

Председатель НМС ФМП

декан, доцент, к.т.н., Видищева Е.А. 11.05.2023 г. протокол №09

Ответственный за реализацию ОПОП \_\_\_\_\_ Видищева Е.А.

Директор библиотеки \_\_\_\_\_ Сотник Т.Ф.

№ регистрации 11  
(методический отдел)

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель НМС ФМП

**08.04.01**

\_\_\_\_\_ 2024 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2024 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

---

---

**Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году**

Председатель НМС ФМП

**08.04.01**

\_\_\_\_\_ 2025 г.

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для  
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры  
**Строительных конструкций и технологий строительства**

Внесены изменения/дополнения (Приложение \_\_\_\_\_)

Протокол от \_\_\_\_\_ 2025 г. № \_\_\_\_

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Целью изучения дисциплины является подготовка будущего магистра к решению профессиональных, научно-исследовательских и научно-педагогических задач в сфере: теоретических основ расчета строительных конструкций по российским и зарубежным нормам; применения современных экспериментальных и теоретических данных по работе железобетонных конструкций зданий и сооружений; сопоставления методов расчета строительных конструкций по нормам разных стран.
-----	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.В.01.04
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Базируется на знаниях, полученных при изучении дисциплин по уровневой подготовке (бакалавриат, специалитет)	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Методы экспериментальных исследований строительных конструкций	
2.2.2	Научно-исследовательская работа	
2.2.3	Теория и проектирование железобетонных конструкций	
2.2.4	Надежность и долговечность строительных конструкций	

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

#### ПК-7: Способен осуществлять контроль качества проектных решений объектов строительства

Индикатор 1	ПК-7.1. Владеет необходимыми знаниями нормативных правовых актов и распорядительных документов, регламентирующих деятельность в области проектирования и контроля качества проектных решений объектов капитального строительства
Индикатор 2	ПК-7.3. Осуществляет контроль качества выполненных проектных работ и оценочный анализ достоверности и соответствия полученных результатов действующей нормативной базе

#### ПК-5: Способен разрабатывать проектные решения объектов капитального строительства

Индикатор 1	ПК-5.2. Формирует техническое задание на подготовку проектной документации на объекты капитального строительства с учетом действующей нормативной базы в строительной сфере
Индикатор 2	ПК-5.3. Осуществляет выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений объектов капитального строительства с учетом систем, методов проектирования и современных средств и технологий информационного моделирования

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	-действующую нормативную базу в сфере проектирования строительных конструкций зданий и сооружений (основы российских и зарубежных норм); системы и методы проектирования объектов капитального строительства, в том числе с учетом современных средств автоматизации; действующую российскую и зарубежную нормативную база в отношении контроля качества работ по расчету и проектированию строительных конструкций; методические подходы по контролю качества и оценке достоверности и соответствия результатов расчета и конструирования строительных конструкций объектов капитального строительства требованиям действующей нормативной базы;
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	- формировать техническое задание на подготовку проектной документации на объекты капитального строительства; осуществлять выбор архитектурно-строительных и конструктивных решений объектов капитального строительства; анализировать действующую нормативную научно-техническую документацию по объектам капитального строительства; осуществлять оценочный анализ достоверности и соответствия полученных результатов современной нормативной базе;
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	- методикой формирования технического задания на подготовку проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства с учетом действующей нормативной базы (основы российских и зарубежных норм); способностью разработки проектных решений объектов промышленного и гражданского строительства на основе современных методов проектирования; практическими навыками контроля качества работ по расчету и проектированию строительных конструкций объектов промышленного и гражданского назначения; практическими навыками контроля качества и оценки достоверности и соответствия результатов расчета и конструирования строительных конструкций объектов капитального строительства требованиям действующей нормативной базы.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)								
Код занятия	Вид занятия	Наименование разделов и тем	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел	<b>Раздел 1. Основы расчета строительных конструкций по российским нормам</b>						
1.1	Лек	Цель и задачи изучения дисциплины «Основы расчета строительных конструкций по российским и зарубежным нормам»	1	1	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.9	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.2	Лек	Концепция развития отечественных норм проектирования по железобетонным конструкциям	1	1	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.3	Лек	Прочностные и деформативные свойства материалов для железобетонных конструкций	1	1	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.4	Лек	Основы расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям	1	3	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.5	Пр	Тестирование студентов при проверке остаточных знаний по железобетонным конструкциям	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.7 Л2.9	2	Тестирование в программе St-const ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.6	Пр	Определение прочностных и деформативных характеристик материалов. Расчет железобетонной балки по 1-ой группе предельных состояний	1	8	ПК-7 ПК-5	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.9 Э2	6	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.7	Пр	Пример расчета железобетонной балки по 2-ой группе предельных состояний.	1	4	ПК-7 ПК-5	Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.9 Э1 Э2 Э3	2	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.8	Ср	Подготовка к практическим занятиям, подготовка реферата, подготовка к экзамену	1	34	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.9	Реф		1	0	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	К-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
1.10	Экзамен		1	9	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
	Раздел	<b>Раздел 2. Расчет железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материалов по российским нормам</b>						

2.1	Лек	Основные положения расчета железобетонных конструкций по нелинейно-деформационной модели	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.2	Лек	Алгоритм итерационного процесса при расчете железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материала	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.3	Лек	Аналитические способы описания диаграммы деформирования бетона и арматуры	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.4	Пр	Расчет железобетонной балки по нелинейно-деформационной модели.	1	6	ПК-7 ПК-5	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э1 Э2 Э3	4	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.5	Пр	Расчет балки на ЭВМ по программе BALKA. Анализ полученных результатов.	1	4	ПК-7 ПК-5	Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.8 Э1 Э2 Э3	2	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.6	Ср	Подготовка к практическим занятиям, подготовка реферата, подготовка к экзамену	1	34	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9 Э1 Э2 Э3	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.7	Реф		1	0	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	К-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
2.8	Экзамен		1	9	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
	Раздел	<b>Раздел 3. Основные положения расчета железобетонных конструкций по евро-международным нормам</b>						
3.1	Лек	Прочностные и деформативные характеристики бетона и арматуры. Диаграммы деформирования материалов по ЕКБ-ФИП	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.2	Лек	Основные положения для проектирования и расчета железобетонных конструкций по ЕКБ-ФИП	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.3	Лек	Сопоставление российских и европейских норм проектирования	1	1	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3	1	Лекция-презентация ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3

3.4	Пр	Аппроксимация диаграмм состояния бетона и арматуры по нормам ЕКБ-ФИП.	1	2	ПК-7 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л3.1 Э4	2	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.5	Пр	Расчет железобетонной балки по несущей способности и по эксплуатационной пригодности.	1	4	ПК-7 ПК-5	Л1.2 Л1.3Л3.1	2	Работа в программе BALKA ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.6	Пр	Сравнительный анализ расчета железобетонной балки по предельным состояниям на основе российских и европейских норм проектирования.	1	4	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7Л3.1 Э2 Э4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.7	Ср	Подготовка к практическим занятиям, подготовка реферата, подготовка к экзамену	1	34	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Л2.6 Л2.7 Л2.8 Л2.9Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.8	Реф		1	0	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3
3.9	Экзамен		1	9	ПК-7 ПК-5	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4	0	ПК-5.2, ПК-5.3, ПК-7.1, ПК-7.3

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Образовательные технологии с использованием интерактивных методов обучения (круглый стол (дискуссия))

Образовательные технологии с использованием активных методов обучения (лекция-визуализация)

### 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

#### 6.1. Контрольные вопросы и задания

Текущий контроль - индивидуальные творческие задания по теме "Расчет железобетонных конструкций по предельным состояниям".

1. Выполнить расчет железобетонных конструкций по предельным состояниям по разным нормам (2 вида):  
- проверить несущую способность по нормальному сечению;  
- оценить жесткость и трещиностойкость конструкций.
2. На основании полученных результатов расчета выполнить сравнительный анализ предельных состояний.

Типы исследуемых конструкций:

1. Внецентренно сжатая железобетонная колонна.
2. Ребристая непреднапряженная плита перекрытия размером 1,5 X 6 м.
3. Предварительно напряженная ребристая плита перекрытия размером 3 x 6 м.
4. Ригель перекрытия без предварительного напряжения.
5. Предварительно напряженная балка перекрытия с параллельными поясами пролетом L=12 м.
6. Балка перекрытия без предварительного напряжения таврового сечения пролетом L=6 м.
7. Многopустотная панель перекрытия без предварительного напряжения.
8. Многopустотная предварительно напряженная панель перекрытия.

Промежуточная аттестация - экзамен по билету. Структура экзаменационного билета:

1. Теоретический вопрос по теме "Основы расчета железобетонных конструкций по отечественным нормам, в т.ч. с помощью диаграмм деформирования материалов"
2. Теоретический вопрос по теме "Основные положения расчета железобетонных конструкций по евронормам"

(ЕКБ/ФИП)"				
<b>6.2. Темы письменных работ</b>				
Темы рефератов:				
1. Концепция развития методов расчета железобетонных конструкций по российским нормам.				
2. Предельные состояния железобетонных конструкций при расчете по российским нормам.				
3. Обеспечение прочности железобетонных элементов по нормальным и наклонным сечениям по российским и зарубежным нормам.				
4. Обеспечение прочности внецентренно сжатых железобетонных элементов по российским и зарубежным нормам.				
5. Предпосылки и сущность расчета железобетонных элементов по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели.				
6. Анализ способов описания диаграмм деформирования бетона и арматуры.				
7. Концепция расчета железобетонных элементов по евронормам ЕКБ/ФИП.				
8. Особенности расчета железобетонных конструкций по нормам Франции ВАЕЛ.				
9. История развития и особенности методов расчета железобетонных конструкций по нормам Великобритании СР 110.				
10. Концепция развития и особенности расчета железобетонных конструкций по нормам Германии ДИН 1045.				
11. Концепция развития и особенности расчета железобетонных конструкций по нормам США АСИ 318-83.				
12. Особенности расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям по нормам Швеции.				
13. Сравнительный анализ развития методов расчета железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам.				
14. Анализ расчета железобетонной балки по прочности нормальных и наклонных сечений на основе разных норм (российских и зарубежных).				
15. Анализ прочностных и деформативных характеристик материалов (бетона и арматуры) по российским и зарубежным нормам.				
16. Особенности расчета предварительно напряженных железобетонных элементов по российским и зарубежным нормам.				
<b>6.3. Фонд оценочных средств</b>				
Промежуточная аттестация - экзамен.				
Вопросы для экзамена по дисциплине				
Раздел 1. Основы расчета строительных конструкций по российским нормам.				
1.1. Цель и задачи изучения дисциплины «Основы расчета строительных конструкций по российским и зарубежным нормам».				
1.2. Концепция развития отечественных норм проектирования по железобетонным конструкциям.				
1.3. Полувероятностный подход к оценке предельных состояний конструкций по отечественным и зарубежным нормам. Система частных коэффициентов надежности.				
1.4. Прочностные и деформативные свойства бетона и арматуры для железобетонных конструкций по российским нормам.				
1.5. Особенности расчета изгибаемых преднапряженных железобетонных конструкций по российским нормам.				
1.6. Особенности расчета внецентренно сжатых железобетонных конструкций по российским нормам.				
Раздел 2. Расчет железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материалов по российским нормам.				
2.1. Основные положения расчета железобетонных конструкций по нелинейно-деформационной модели в соответствии с СП 52-101-2003.				
2.2. Алгоритм итерационного процесса при расчете железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материалов.				
2.3. Аналитические способы описания диаграмм деформирования бетона по отечественным нормам и др. предложениям.				
2.4. Аналитические способы описания диаграмм деформирования арматуры по отечественным нормам и др. предложениям.				
Раздел 3. Основные положения расчета железобетонных конструкций по евро-международным нормам.				
3.1. Прочностные и деформативные характеристики бетона. Диаграммы деформирования по ЕКБ-ФИП.				
3.2. Прочностные и деформативные характеристики арматурной стали. Диаграммы напряжения-деформации по ЕКБ-ФИП.				
3.3. Основные положения для проектирования и расчета железобетонных конструкций по ЕКБ-ФИП.				
3.4. Предельные состояния по несущей способности железобетонных конструкций на действие момента по ЕКБ-ФИП.				
3.5. Предельные состояния по эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций по ЕКБ-ФИП.				
3.6. Сопоставление российских и европейских норм проектирования.				
<b>6.4. Перечень видов оценочных средств</b>				
Реферат, экзаменационные вопросы.				

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
--	---------	----------	---------------	--------	-----------

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л1. 1	Алмазов В.О.	Проектирование железобетонных конструкций по ЕВРОНОРМАМ: научное издание	Москва: АСВ, 2011	10	
Л1. 2	Колмогоров А. Г., Плевков В.С.	Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам: [учебное пособие по направлению подготовки 270800 "Строительство"]	Москва: АСВ, 2014	5	
Л1. 3	Кумпяк О.Г.и др.	Железобетонные и каменные конструкции: учебник для вузов	Москва: АСВ, 2014	21	
Л1. 4	Цай Т. Н.	Строительные конструкции. Железобетонные конструкции: учебник	Санкт-Петербург: Лань, 2022	1	<a href="https://e.lanbook.com/book/211238">https://e.lanbook.com/book/211238</a>

### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 1	Боровских А.В.	Расчеты железобетонных конструкций по предельным состояниям и предельному равновесию: Учеб. пособие для вузов	Москва: АСВ, 2004	19	
Л2. 2		Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003): нормативный документ	Москва: ЦНИИПромзданий; НИИЖБ, 2005	5	
Л2. 3	Госстрой России	СНиП 52-01-2003.Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения: Утверждены Госкомитетом РФ от 30.06.2003 №127.Взамен СНиП 2.03.01-84.Введены в действие 1.03.2004 г.	Санкт-Петербург: ДЕАН, 2005	5	
Л2. 4	Бондаренко В.М., Римшин В.И.	Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций: Учеб. пособие для вузов	Москва: Высшая школа, 2006	40	
Л2. 5	Гольшев А.Б.	Проектирование железобетонных конструкций: Справочное пособие	Киев: Будівельник, 1985	5	
Л2. 6		Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (К СНиП 2.03.01-84): Утв. от 30.11.84: учебное пособие	Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1989	100	
Л2. 7	Госстрой СССР	СНиП 2.03.01-84*. Бетонные и железобетонные конструкции: нормативный документ	Москва: ЦИТП Госстроя СССР, 1989	100	
Л2. 8	Коваленко Г.В., Дудина И.В., Жердева С.А.	Практические методы оценки надежности сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления: монография	Братск: БрГУ, 2013	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Монографии/Коваленко%20Г.В.%20Практические%20методы%20оценки%20надежности%20сборных%20железобетонных%20конструкций%20на%20стадии%20изготовления.2013.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Монографии/Коваленко%20Г.В.%20Практические%20методы%20оценки%20надежности%20сборных%20железобетонных%20конструкций%20на%20стадии%20изготовления.2013.pdf</a>

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л2. 9	Коваленко Г.В., Дудина И.В.	Основы проектирования железобетонных конструкций заводского изготовления: Учебное пособие	Братск: БрГУ, 2010	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Строительство%20-%20Архитектура/Коваленко%20Г.В.%20Основы%20проектирования%20железобетонных%20конструкций%20заводского%20изготовления.2010.pdf">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Строительство%20-%20Архитектура/Коваленко%20Г.В.%20Основы%20проектирования%20железобетонных%20конструкций%20заводского%20изготовления.2010.pdf</a>

### 7.1.3. Методические разработки

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Кол-во	Эл. адрес
Л3. 1	Коваленко Г.В., Дудина И.В.	Особенности расчета изгибаемых железобетонных конструкций по нормам зарубежных стран (ЕКБ/ФИП): методические указания	Братск: БрГУ, 2018	1	<a href="http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Строительство%20-%20Архитектура/Коваленко%20Г.В.Особенности%20расчета%20изгибаемых%20ЖБК%20по%20нормам%20зарубежных%20стран.%20МУ.2018.PDF">http://ecat.brstu.ru/catalog/Учебные%20и%20учебно-методические%20пособия/Строительство%20-%20Архитектура/Коваленко%20Г.В.Особенности%20расчета%20изгибаемых%20ЖБК%20по%20нормам%20зарубежных%20стран.%20МУ.2018.PDF</a>

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2003). М.: ЦНИИПромзданий, 2005. – 158 с.
Э2	СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 54 с.
Э3	СП 52-102-2004. Предварительно-напряженные железобетонные конструкции. М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 36 с. – Кодекс ИПС
Э4	Коваленко Г.В., Дудина И.В. Особенности расчета изгибаемых железобетонных конструкций по нормам зарубежных стран (ЕКБ/ФИП): методические указания. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. – 28 с.

### 7.3.1 Перечень программного обеспечения

7.3.1.1	Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level
7.3.1.2	«Оценка напряженно-деформированного состояния железобетонных колонн по нелинейно деформационной модели (COLASS v.1.00)»
7.3.1.3	SCAD Office 7.31 R5

### 7.3.2 Перечень информационных справочных систем

7.3.2.1	Университетская информационная система РОССИЯ (УИС РОССИЯ)
7.3.2.2	Национальная электронная библиотека НЭБ
7.3.2.3	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
7.3.2.4	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам"
7.3.2.5	Электронная библиотека БрГУ
7.3.2.6	Электронный каталог библиотеки БрГУ
7.3.2.7	«Университетская библиотека online»
7.3.2.8	Издательство "Лань" электронно-библиотечная система
7.3.2.9	ИСС "Кодекс". Информационно-справочная система

### 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид занятия	Аудитория	Наименование аудитории	Оснащённость
-------------	-----------	------------------------	--------------

Лек	3108	Учебная аудитория (мультимедийный) класс	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерактивная доска SMART Board X885ix со встроенным проектором UX 60;</li> <li>- интерактивный монитор-планшет Wacom LSD 22 PL-2200 Interactive PenDisplay;</li> <li>- акустическая система CAMERON MSP-2050;</li> <li>- ПК: сист. блок Celeron D346 + монитор TFT19 Samsung E1920NR.</li> </ul> <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- доска поворотная – 1 шт.</li> </ul> <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест) – 32 шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1 шт.</li> </ul>
Пр	3125	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерактивная доска SMART Board 6801 со встроенным KGAпроектором Uniti 35/77/195,6см;</li> <li>- персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb(монитор TFT19 Samsung E1920NR)– 20 шт.;</li> <li>- акустическая система JetBalancct Jb-115U (колонки) – 13шт.</li> </ul> <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркерная доска – 1 шт.</li> </ul> <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 28/18шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для системного администратора – 1/1 шт.</li> </ul>
Ср	3125	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	<p>Основное оборудование:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- интерактивная доска SMART Board 6801 со встроенным KGAпроектором Uniti 35/77/195,6см;</li> <li>- персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb(монитор TFT19 Samsung E1920NR)– 20 шт.;</li> <li>- акустическая система JetBalancct Jb-115U (колонки) – 13шт.</li> </ul> <p>Дополнительно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- маркерная доска – 1 шт.</li> </ul> <p>Учебная мебель:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 28/18шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1шт.;</li> <li>- комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для системного администратора – 1/1 шт.</li> </ul>

Экзамен	3125	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная доска SMART Board 6801 со встроенным KGАпроектором Uniti 35/77/195,6см; - персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb(монитор TFT19 Samsung E1920NR)– 20 шт.; - акустическая система JetBalancet Jb-115U (колонки) – 13шт. Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 28/18шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для системного администратора – 1/1 шт.
Реферат	3125	Учебная аудитория (мультимедийный/дисплейный класс)	Основное оборудование: - интерактивная доска SMART Board 6801 со встроенным KGАпроектором Uniti 35/77/195,6см; - персональный компьютер i5-2500/H67/4Gb/500Gb(монитор TFT19 Samsung E1920NR)– 20 шт.; - акустическая система JetBalancet Jb-115U (колонки) – 13шт. Дополнительно: - маркерная доска – 1 шт. Учебная мебель: - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) – 28/18шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для преподавателя – 1/1шт.; - комплект мебели (посадочных мест/АРМ) для системного администратора – 1/1 шт.

### 9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Методические указания раскрывают рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучению теоретического курса (проработка лекционного материала), выполнение отчетов по практическим занятиям, по применению изучаемого материала для выполнения заданий по самостоятельной работе.

Методические указания содержат рекомендации по работе с рекомендуемой литературой, информационными ресурсами и др.

Методические указания для обучающихся по выполнению практических работ

Практическое занятие № 1 – Тестирование студентов при проверке остаточных знаний по железобетонным конструкциям.

Цель работы: Закрепить теоретические основы расчета железобетонных конструкций по отечественным нормам.

Задание:

1. Ответить на 1 часть тестовой системы (25 вопросов) с результатом «отлично» или «хорошо».
2. Затем после положительного оценивания 1-ой части выполняется тестирование по 2-й части (25 вопросов). Результат оценивания должен быть также высоким: «отлично» или «хорошо».

Порядок выполнения:

1. Необходимо войти в электронно-информационно-тестовую систему St-const, зарегистрироваться в ней (в один день можно зайти в данную систему только 1 раз).
2. Затем последовательно отвечать на вопросы 1- части, а затем 2- части.

В 1-ю часть тестовой системы входят вопросы по основам железобетонных конструкций: сущность железобетона; прочностные и деформативные свойства бетона и арматуры; сущность преднапряжения железобетона; основы расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям.

Во 2-ю часть входят вопросы по расчету, конструированию и проектированию железобетонных конструкций.

Форма отчетности:

Компьютер выдает результаты тестирования на печать в виде бланков, в которых отмечено сколько правильных ответов было и сколько неверных. В зависимости от этого ставится оценка по знаниям теоретических основ строительных конструкций.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка лекционного материала по основам расчета железобетонных конструкций по дисциплине «Железобетонные конструкции».
2. Повторить основные положения по расчету железобетонных конструкций по отечественным нормам

проектирования: по допускаемым напряжениям, по разрушающим усилиям, по предельным состояниям.

3. Полувероятностный подход к оценке предельных состояний конструкций. Система частных коэффициентов надежности.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. Освоить и закрепить отечественные нормы проектирования железобетонных конструкций. Знать и понимать концепцию их развития.
2. Уметь правильно определять прочностные и деформативные характеристики бетона и арматуры в зависимости от класса материалов.
3. Знать нормативные и расчетные характеристики материалов; нормативные и расчетные нагрузки.

Контрольные вопросы для самопроверки:

1. Как определяется класс бетона?
2. Соотношение между кубиковой и призмочной прочностью бетона.
3. Чему равна длительная прочность бетона.
4. Классы арматуры
5. Нормативные и расчетные сопротивления материалов.
6. Для чего выполняется преднапряжение железобетона?
7. Способы создания преднапряжения железобетона.
8. За счет чего обеспечиваются силы сцепления между арматурой и бетоном?
9. Назначение рабочей арматуры в сжатых элементах (колоннах).
10. Что такое ползучесть бетона?
11. Где ставится продольная рабочая арматура в плитах, балках?
12. Почему поперечная арматура в изгибаемых элементах ставится неравномерно?
13. На какое усилие работает подошва фундамента?
14. На что рассчитывается консоль колонны?

Практическое занятие № 2 – Определение прочностных и деформативных характеристик материалов. Расчет железобетонной балки по 1-ой группе предельных состояний.

Цель работы: Расчет железобетонной балки по нормальному и наклонному сечению по отечественным нормам.

Задание:

1. Проверить прочность балки по нормальному сечению по СНиП 2.03.01-84\*.
2. Проверить прочность балки по нормальному сечению по СП 52-101-2003.
3. Проверить прочность балки по наклонному сечению по СНиП 2.03.01-84\*.
4. Проверить прочность балки по наклонному сечению по СП 52-101-2003.
5. Выполнить сопоставительный анализ.

Порядок выполнения:

1. По классу бетона и арматуры выписать из СНиП 2.03.01-84\* и СП 52-101-2003 нормативные и расчетные характеристики материалов, их модули упругости.
2. Составить расчетную схему нормального и наклонного сечения балки.
3. Определить усилия в балке от действующих нормативных и расчетных нагрузок.
4. Записать условия прочности балки по нормальному и наклонному сечению балки (по старому и новому СНиП).
5. Вычислить предельный момент, воспринимаемый сечением балки, по старым и новым нормам. Установить: будет ли обеспечена прочность нормальных сечений (по старым и новым нормам).
6. Установить: будет ли обеспечена прочность по наклонным сечениям по старым и новым нормам.

Форма отчетности:

1. Задание на практическое занятие.
2. Оформить пример расчета железобетонной балки с заданными геометрическими параметрами и при действующей расчетной нагрузке по 1-й группе предельных состояний:
  - по прочности нормальных сечений по СНиП 2.03.01-84\* и СНиП 52-01-2003;
  - по прочности наклонных сечений по отечественным нормам проектирования.
3. Сделать выводы по сопоставительному анализу двух норм проектирования.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка теоретических основ расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям.
2. Определение прочностных и деформативных характеристик материалов в зависимости от их классов по старым и новым нормам.
3. Условия прочности нормальных сечений для изгибаемых и внецентренно-сжатых элементов.
4. Условия прочности наклонных сечений для изгибаемых железобетонных элементов.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. На основе углубленного знания отечественных норм проектирования и теоретических основ расчета железобетонных конструкций, а также учебно-методического обеспечения магистр должен уметь выполнять расчеты железобетонных конструкций по предельным состояниям на основе современных норм проектирования.
2. Уметь правильно составлять расчетные схемы нормальных и наклонных сечений.
3. С учетом всех расчетных параметров выполнять проверку прочности железобетонных элементов по нормальному и наклонному сечению.
4. Знать основные различия при расчете железобетонных элементов по отечественным нормам (старым и новым).
5. На основании полученных результатов сделать выводы по оценке прочности железобетонных элементов по старым и новым отечественным нормам проектирования железобетонных конструкций.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое предельное состояние конструкции?

2. Группы предельных состояний.
3. Нормативные и расчетные нагрузки.
4. Сущность расчета по 1-й группе предельных состояний.
5. Сущность расчета по 2-й группе предельных состояний.
6. В чем заключается расчет по прочности нормальных сечений?
7. В чем заключается расчет по прочности наклонных сечений?
8. От чего зависит шаг поперечных стержней (хомутов) в изгибаемых элементах?
9. Нормативное и расчетное сопротивление материалов.
10. Система частных коэффициентов надежности.
11. Условие прочности по изгибающему моменту.
12. Условие прочности по поперечной силе.

Практическое занятие № 3 – Пример расчета железобетонной балки по 2-ой группе предельных состояний.

Цель работы: Изучить, освоить и закрепить расчет железобетонных конструкций по трещиностойкости и деформациям по новым российским нормам (СП 52-101-2003).

Задание:

1. Рассчитать железобетонную балку без предварительного напряжения по образованию и ширине раскрытия трещин.
2. Рассчитать балку по деформациям.
3. Оценить эксплуатационную пригодность в соответствии с российскими нормами проектирования железобетонных конструкций.

Порядок выполнения:

1. Выписать из СНиП все нормативные характеристики бетона и арматуры.
2. Определить нормативную нагрузку: длительную, кратковременную и полную.
3. Выполнить расчет по образованию нормальных трещин от нормативного максимального момента.
4. Если трещины образуются, то выполнить расчет по ширине раскрытия трещин.
5. Определить кривизну элемента от полной нагрузки, непродолжительной и определить расчетную кривизну оси элемента в деформированном состоянии.
6. Определить прогиб балки и оценить ее эксплуатационную пригодность.

Форма отчетности:

1. Задание на практическое занятие.
2. Оформить пример расчета железобетонной балки по 2-й группе предельных состояний по старым и новым отечественным нормам (СНиП 2.03.01-84\* и СНиП 52-01-2003).
3. Сделать выводы по сопоставительному анализу двух норм проектирования.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка теоретических основ расчета железобетонных конструкций по предельным состояниям в соответствии с российскими нормами.
2. Знать условия образования нормальных трещин.
3. Знать критерии эксплуатационной пригодности железобетонных изгибаемых конструкций по ширине раскрытия трещин и по деформациям.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. На основе углубленного знания отечественных норм проектирования, теоретических основ расчета железобетонных конструкций, а также учебно-методического обеспечения, магистр должен уметь выполнять расчеты железобетонных конструкций по предельным состояниям на основе современных норм проектирования.
2. Грамотно использовать математический аппарат расчета железобетонных конструкций по 2-й группе предельных состояний с правильным определением всех эмпирических коэффициентов, заложенных в нормах проектирования.
3. На основании анализа полученных результатов расчета уметь делать выводы об эксплуатационной пригодности железобетонных конструкций по старым и новым отечественным нормам проектирования железобетонных конструкций.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Что такое предельное состояние конструкции?
2. Группы предельных состояний.
3. Нормативные и расчетные сопротивления материалов.
4. Нормативные и расчетные нагрузки.
5. Сущность расчета по 2-й группе предельных состояний.
6. Критерии эксплуатационной пригодности по жесткости и трещиностойкости.
7. От чего зависит ширина раскрытия нормальных трещин?
8. От чего зависит величина усилия, воспринимаемого сечением в момент образования трещин?
9. Как повысить трещиностойкость и жесткость конструкции?
10. Какие классы арматуры могут использоваться в качестве преднапряженной арматуры?

Практическое занятие № 4 – Расчет железобетонной балки по нелинейно-деформационной модели.

Цель работы: Изучить, освоить и закрепить расчет изгибаемых железобетонных элементов по прочности нормальных сечений на основе нелинейной деформационной модели (СП 52-101-2003).

Задание:

1. Выполнить расчет железобетонной балки по нелинейно-деформационной модели с учетом диаграмм деформирования бетона и арматуры.
2. На каждом этапе нагружения получить характеристики напряженно-деформированного состояния: деформации и напряжения во всех дискретных участках бето-на и арматуры; прогиб и ширину раскрытия трещин.

**Порядок выполнения:**

1. Подготовить исходные данные для расчета железобетонной балки по программе BALKA:
  - геометрические параметры: расчетный пролет, размеры поперечного сечения;
  - данные по разбивке сечения на дискретные участки: количество и высота участков с одинаковой густотой дискретных элементов; количество дискретных элементов по ширине участка и по высоте;
  - количество арматурных стержней, их площади и координаты относительно выбранных осей;
  - данные по диаграммам деформирования бетона и арматуры;
  - нагрузка от собственного веса балки;
  - шаг изменения нагрузки; данные по контрольным нагрузкам по трещиностойкости и жесткости.
2. Ввод полученных исходных данных в программу BALKA.
3. Запустить программу на выполнение расчета, проверить ее настройки. Если есть ошибки, полученные при вводе исходных данных, необходимо их устранить.

**Форма отчетности:**

1. Задание на практическое занятие.
2. Распечатка на компьютере исходных данных для расчета железобетонной балки по нелинейной деформационной модели.
3. Распечатка результатов аппроксимации диаграмм состояния бетона и арматуры со всеми параметрическими точками.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Проработка теоретических основ сущности метода расчета по нелинейно-деформационной модели в соответствии с СП 52-101-2003.
2. Знать основные предпосылки и гипотезы расчета по нелинейно-деформационной модели.
3. Уметь составлять условия равновесия нормального сечения в дискретном виде.
4. Знать определение напряжений в бетоне и арматуре по диаграммам состояния материалов.

**Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:**

1. На основании гипотезы плоских сечений необходимо уметь определять деформации в любой точке поперечного сечения, исходя из полученного вектора деформаций.
2. Уметь определять и понимать изменение секущего модуля деформаций для бетона и арматуры на каждом этапе нагружения.
3. Знать отличие начальных модулей упругости для бетона и арматуры от секущих модулей, полученных на каждом этапе.
4. Учитывать правильные знаки для элементов вектора внешней нагрузки.
5. Знать критерий образования нормальных трещин в сечении.
6. Правильно записывать условия равновесия сечения для преднапряженных элементов.

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Как учитывается нелинейность характера деформирования железобетона?
2. Какие способы описания диаграмм деформирования бетона используются при расчете железобетонных конструкций?
3. Назвать основные способы описания диаграмм деформирования арматуры.
4. Расчетная схема нормального сечения элемента при расчете по нелинейно-деформационной модели.
5. Условия равновесия нормального сечения в дискретном виде.
6. Влияет ли выбор осей элемента на напряженно-деформированное состояние элемента.
7. Относительно какого вектора решается нелинейная система уравнений, полученная из условий равновесия сечения.
8. Связь между начальным модулем упругости и модулем упруго-пластических деформаций (секущим модулем).

**Практическое занятие № 5 – Расчет балки на ЭВМ по программе BALKA. Анализ полученных результатов.**

Цель работы: Освоить применение шагово-итерационных методов при расчете по нелинейно-деформационной модели с реализацией на ЭВМ.

**Задание:**

1. Выполнить расчет железобетонной балки на основе нелинейной деформационной модели с реализацией шагово-итерационного метода по заданному алгоритму.
2. Выполнить анализ напряженно-деформированного состояния балки на каждом шаге нагружения и в стадии разрушения.

**Порядок выполнения:**

1. Осуществить ввод исходных данных в программу BALKA для расчета балки.
2. Выполнить проверку их на распечатке.
3. Проверить настройки программы и запустить ее на выполнение.
4. Получить распечатку расчета с результатами напряженно-деформированного состояния на каждом этапе нагружения.
5. Выполнить анализ полученных результатов: по развитию деформаций в поперечном сечении балки; по напряжениям в дискретных участках бетона и арматуры; по развитию прогибов и раскрытию трещин на каждом этапе нагружения; по величине разрушающей нагрузки.

**Форма отчетности:**

1. Задание на практическое занятие.
2. Распечатка результатов расчета балки вместе с исходными данными для оценки ее напряженно-деформированного состояния (НДС).
3. Построение графиков развития прогибов и трещин при кратковременном нагружении вплоть до разрушения.

4. Оценить значение разрушающей нагрузки.
5. Дать оценку предельных состояний балки по результатам НДС.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка теоретических основ сущности метода расчета по нелинейно-деформационной модели.
2. Освоить алгоритм шагово-итерационного процесса при расчете железобетонных конструкций с учетом нелинейных свойств материалов.
3. Знать критерии сходимости итерационного процесса и критерии обеспеченности прочности, жесткости, трещиностойкости.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. Изучить и знать порядок подготовки исходных данных для расчета железобетонных элементов и порядок работы с программой «BALKA».
2. Шаг нагружения принимать в диапазоне  $(1/8 - 1/10)$  от предполагаемой разрушающей нагрузки.
3. На экране монитора следить за сходимостью итерационного процесса, чтобы лучше разобраться в его сущности.
4. По изменению напряжений в бетоне растянутой зоны следить за процессом образования трещин.
5. В стадии близкой к разрушению, отследить процесс нарушения сходимости итерационного процесса решения нелинейной системы уравнений, что свидетельствует о том, что прочность конструкции достигает своего критического значения.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Расчетная схема нормального сечения элемента при расчете по нелинейно-деформационной модели.
2. Способы описания диаграмм деформирования бетона и арматуры.
3. Какими способами учитывается нелинейность характера деформирования железобетона.
4. Условия равновесия нормального сечения в дискретном виде для изгибаемого элемента, записанные в матричной форме.
5. Каким методом решается нелинейная система уравнений?
6. Какой вектор является неизвестным? Из каких компонентов он состоит.
7. Почему для более точной и объективной оценки НДС железобетонной балки нагружение целесообразно осуществлять шагами (ступенями)?
8. О чем свидетельствует критерий сходимости итерационного процесса при решении нелинейной системы уравнений?

Практическое занятие № 6 – Аппроксимация диаграмм состояния бетона и арматуры по нормам ЕКБ-ФИП.

Цель работы: По прочностным и деформативным характеристикам бетона и арматуры в соответствии с Кодексом – образцом ЕКБ-ФИП получить зависимость для диаграмм состояния материалов.

Задание:

1. Установить зависимость для диаграммы деформирования бетона при кратковременном нагружении. Получить описание упрощенной диаграммы деформирования бетона.
2. Определить основные характеристики для заданного класса арматуры и установить по ним описание диаграммы деформирования арматурной стали. Получить зависимости для упрощенной диаграммы состояния арматуры.

Порядок выполнения:

1. Определить для заданных классов бетона и арматуры основные прочностные характеристики, модули деформаций, предельные деформации бетона и арматуры.
2. В соответствии с Кодексом – образцом ЕКБ-ФИП составить зависимость для описания полной диаграммы деформирования бетона.
3. По заданным параметрическим точкам установить зависимость для упрощенной диаграммы состояния бетона, которая используется для приближенных расчетов, например, при использовании нелинейной деформационной модели.
4. Аналогично определяются зависимости для диаграммы состояния заданного класса арматуры: фактической и упрощенной.
5. Определить расчетные сопротивления и расчетные диаграммы бетона и арматуры. Установить частные коэффициенты надежности.
6. Определить нормативные и расчетные нагрузки, действующие на конструкцию.
7. Установить величины предварительного напряжения арматуры и потерь напряжений в ней.

Форма отчетности:

1. Задание на практическое занятие.
2. Для заданного класса бетона и арматуры установить все прочностные и деформативные их характеристики. Дать описание фактической и упрощенной диаграмм деформирования бетона и арматуры. Определить значения характеристического и расчетного сопротивления материалов; коэффициентов надежности по бетону и арматуре.
3. Изобразить графически полученные диаграммы.
4. Представить определение нормативных и расчетных нагрузок на балку, коэффициента надежности по нагрузке.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка теоретических основ расчета по евронормам ЕКБ-ФИП.
2. Определение прочностных и деформативных характеристик материалов в зависимости от их классов.
3. Описание диаграмм деформирования бетона.
4. Описание диаграмм состояния арматуры.
5. Полувероятностный подход, заложенный в Кодексе-образце ЕКБ-ФИП. Система частных коэффициентов надежности.
6. Определение характеристических и расчетных сопротивлений бетона и арматуры.
7. Нормативные и расчетные нагрузки.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. Знать определение класса бетона и класса арматурной стали.
2. В зависимости от классов материалов уметь определять характеристические значения и расчетные сопротивления бетона и арматуры.
3. По полученным прочностным характеристикам получить аппроксимацию фактических и расчетных диаграмм деформирования бетона и арматуры.
4. Выполнить графическую интерпретацию полученных диаграмм бетона и арматуры, которые могут использоваться в дальнейших расчетах по предельным состояниям.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Как определяется характеристическая (нормативная) прочность бетона на сжатие?
2. Как устанавливается класс бетона?
3. Диаграмма деформирования бетона фактическая и упрощенная.
4. Характеристические значения прочности арматурной стали.
5. Классы арматурной стали.
6. Диаграмма состояния арматурной стали.

Практическое занятие № 7 – Расчет железобетонной балки по несущей способности и по эксплуатационной пригодности.

Цель работы: Расчет железобетонной балки по предельным состояниям по евро нормам.

Задание:

1. Проверить прочность железобетонной балки по несущей способности при действии изгибающего момента.
2. Выполнить расчет балки по эксплуатационной пригодности: по трещиностойкости и деформациям.

Порядок выполнения:

1. По классу бетона и арматуры установить для материалов: частные коэффициенты надежности; расчетные сопротивления для расчета по несущей способности и эксплуатационной пригодности.
2. Определить характеристики приведенного сечения.
3. На основании принятых гипотез составить расчетную схему нормальных сечений элемента.
4. Проверить условие прочности по моменту.
5. Проверить изгибаемый элемент по образованию и раскрытию нормальных трещин.
6. Проверить предельные состояния балки по деформациям.

Форма отчетности:

1. Задание на практическое занятие.
2. Оформить пример расчета железобетонной балки с заданными геометрическими параметрами и при действующей расчетной нагрузке по 1-ой группе предельных состояний.
3. Выполнить проверку балки по 2-ой группе предельных состояний.
4. Представить выводы по расчету железобетонной балки по нормам ЕКБ-ФИП.

Задания для самостоятельной работы:

1. Проработка теоретических основ расчета железобетонных изгибаемых конструкций по нормам ЕКБ-ФИП.
2. Определение прочностных и деформативных характеристик материалов в зависимости от их классов.
3. Характеристики приведенного сечения.
4. Расчетная схема нормального сечения изгибаемого элемента при расчете по несущей способности на действие изгибающего момента.
5. Расчет железобетонных элементов по трещиностойкости нормальных сечений.
6. Расчет изгибаемых железобетонных элементов по деформациям.

Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:

1. Знать определение характеристических значений прочности материалов и в соответствии с методом частных коэффициентов надежности, определение расчетных сопротивлений бетона и арматуры.
2. Уметь составлять расчетную схему нормального сечения при действии момента в предельном состоянии.
3. Необходимо грамотно записать условие прочности по моменту в предельном состоянии.
4. Знать гипотезы, используемые при расчете железобетонных элементов при проверке предельных состояний эксплуатационной пригодности.
5. Определение предельных состояний по трещиностойкости.
6. Проверка предельных состояний по деформациям.

Контрольные вопросы для самопроверки

1. Предельные состояния конструкций и их группы в соответствии с ЕКБ-ФИП.
2. Система частных коэффициентов надежности.
3. Характеристические значения прочности материалов и их расчетные сопротивления.
4. Предельное состояние по несущей способности для изгибаемых элементов.
5. Предельные состояния по эксплуатационной пригодности.

Практическое занятие № 8 – Сравнительный анализ расчета железобетонной балки по предельным состояниям на основе российских и европейских норм проектирования.

Цель работы: Установить сходство и различия между российскими нормами проектирования железобетонных конструкций и евро-международными нормами ЕКБ-ФИП.

Задание:

1. На основании примеров расчета балки, выполненных по предельным состояниям российских и зарубежных норм, оценить различия при проверке несущей способности на действие изгибающего момента.
2. выполнить анализ расчета балки по 2-й группе предельных состояний, т.е. по оценке эксплуатационной пригодности по разным нормам.

**Порядок выполнения:**

1. Рассмотреть для сопоставления прочностные и деформативные характеристики материалов, коэффициенты надежности по разным нормам.
2. Установить сходства и различия в гипотезах, используемых в расчетах по предельным состояниям разных норм.
3. Сравнить несущую способность балки по нормальному сечению по отечественным и зарубежным нормам.
4. Оценить различия при оценке трещиностойкости балки и при расчете по деформациям по разным отечественным и зарубежным нормам.

**Форма отчетности:**

1. Задание на практическое занятие:
2. Составить таблицу сравнительного анализа по разным отечественным (старым и новым) и зарубежным нормам расчета изгибаемых железобетонных конструкций.
3. Сделать выводы по анализу норм разных стран.

**Задания для самостоятельной работы:**

1. Изучить развитие методов расчета железобетонных конструкций по отечественным и зарубежным нормам разных стран.
2. Проработка теоретических основ расчета железобетонных конструкций по нормам разных стран.
3. Расчетные параметры нормального сечения железобетонного элемента при расчете по российским нормам и ЕКБ-ФИП.
4. Условие прочности по несущей способности на действие момента.
5. Условия оценки эксплуатационной пригодности: по трещиностойкости и деформациям.

**Рекомендации по выполнению заданий и подготовке к практическому занятию:**

1. Знать концепцию развития методов расчета железобетонных конструкций по нормам разных стран.
2. Знать различия в определении прочностных и деформативных характеристик материалов по отечественным нормам и ЕКБ-ФИП.
3. Уметь определять расчетные параметры нормального сечения железобетонного элемента по разным нормам и записывать условия прочности.
4. Уметь выполнять оценку эксплуатационной пригодности железобетонных изгибаемых элементов с учетом принятых гипотез.

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1. Основные сходства и различия при испытании образцов для получения прочностных и деформативных характеристик материалов.
2. Основные положения расчета по предельным состояниям отечественных и зарубежных норм.
3. В чем различие в составлении расчетной схемы нормального сечения по разным нормам?
4. Расчет по каким нормам дает завышенное значение несущей способности?
5. Какие нормы дают повышенное значение ширины раскрытия трещин?
6. По каким нормам получается повышенное значение прогибов для изгибаемых элементов.