

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Ю. В. Сивоконь В. Р. Касимов, А. В. Барышникова

Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции.

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекционным и практическим занятиям (включая рекомендации для организации самостоятельной работы) по дисциплине «Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство



Нижний Новгород
2021

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Ю. В. Сивоконь В. Р. Касимов, А. В. Барышникова

Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции.

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекционным и практическим занятиям (включая рекомендации для организации самостоятельной работы) по дисциплине «Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Нижний Новгород
ННГАСУ
2021

Рецензенты:

А.К. Ломунов – д-р физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории проблем прочности, динамики и ресурса НИИМ ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный ун-т им. Н. И. Лобачевского»

А.Р. Столяров. – канд. техн. наук, заместитель директора ООО «ИКЦ «Промтехбезопасность», директор Нижегородского филиала

Сивоконь Ю. В. Строительные конструкции. Железобетонные конструкции. [Текст]: учеб. - метод. пос. / Ю.В. Сивоконь, В.Р. Касимов, А.В.; Барышникова.; Нижегород. гос. архитектур. - строит. ун - т – Н. Новгород: ННГАСУ, 2021 – 26 с.

Приведены рекомендации по подготовке к лекционным и практическим занятиям. Перечень тем для изучения теоретического материала со ссылками на источники с учетом последних изменений нормативных документов. Приведены алгоритмы построения практических занятий с учетом применения действующих нормативных документов. Приведены исходные данные к задаче №1 (ч.1 и ч.2) привязанные к реальной конструкции перемычки для лучшего понимания студентами смысла решаемых задач. Для всех задач приводятся образцы выполнения конструктивных схем армирования и расчетных схем.

Предназначено обучающимся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство для подготовки к лекционным и практическим занятиям по учебной дисциплине «Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции».

Научный редактор – канд. техн. наук А. И. Колесов

© Ю.В. Сивоконь, В.Р. Касимов,
А.В. Барышникова 2021
© ННГАСУ, 2021

Оглавление

Оглавление.....	3
Лекционное занятие №1. Сущность железобетона	6
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №1:.....	6
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №1:	6
Лекционное занятие №2. Бетон.....	6
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №2:.....	6
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №2:	6
Лекционное занятие №3. Арматура.	7
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №3:.....	7
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №3:	7
Лекционное занятие №4. Железобетон.....	7
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №4:.....	7
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №4:	8
Лекционное занятие №5. Стадии НДС изгибаемых железобетонных элементов.	8
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №5:.....	8
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №5:	8
Лекционное занятие №6. Метод расчета ЖБК по предельным состояниям.....	9
Вопросы для подготовки к лекционному занятию №6:.....	9
Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №6:	9
Практическое занятие №1. Задача №1 часть I.....	10
1.1 Используемая литература.....	10
1.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения.	10
1.3 План занятия	10
1.4 Введение	10
1.5 Обозначения и некоторые формулы	12
1.6 Исходные данные для решения задачи №1	13
1.7 Примечания к задаче 1 (ч.1)	13
Практическое занятие №2 Задача №1 часть II.....	14
2.1 Используемая литература.....	14
2.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения.	15
2.3 План занятия:	15

2.4 Примечания к задаче 1 (ч.2)	15
Практическое занятие №3. Задача №2 часть I	16
3.1 Используемая литература.....	16
3.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов таврового сечения.	17
3.3 План занятия:	17
3.4 Примечания к задаче 2 (ч.1 и ч.2)	17
Практическое занятие №4. Задача №2 часть II	18
4.1 Используемая литература.....	18
4.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов таврового сечения.	18
4.3 План занятия:	18
Практическое занятие №5. Задача №3 часть I	18
5.1 Используемая литература.....	18
5.2 Тема занятия: Подбор арматуры при заданных размерах сечения железобетонного элемента.	19
5.3 План занятия:	19
5.4 Примечания к задаче 3 (ч.1 и ч.2)	19
Практическое занятие №6. Задача №3 часть II	19
6.1 Используемая литература.....	19
6.2 Тема занятия: Подбор арматуры при заданных размерах сечения железобетонного элемента.	19
6.3 План занятия:	19
Практическое занятие №7. Задача №4.....	20
7.1 Используемая литература.....	20
7.2 Тема занятия: Армирование прямоугольного поперечного сечения в сжатой и растянутой зоне	20
7.3 План занятия:	20
7.4 Примечания к задаче 4	20
Практическое занятие №8. Задача №5.....	21
8.1 Используемая литература.....	21
8.2 Тема занятия: Расчет и армирование центрально сжатой колонны	21

8.3 План занятия:	21
8.4 Примечания к задаче 5	21
Практическое занятие №9. Задача №6.....	22
9.1 Используемая литература.....	22
9.2 Тема занятия: Определение размеров сечения и площади арматуры изгибаемых ж.б. элементов.....	22
9.3 План занятия:	22
9.4 Примечания к задаче 6	22
Литература для организации самостоятельной работы	23

Лекционное занятие №1. Сущность железобетона

Тема: Сущность и идея железобетона. Достоинства и недостатки, краткие исторические сведения, перспективы. Данный курс «Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции» состоит из 15 занятий (лекций и практических).

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №1:

- Сущность и идея железобетона. Источники литературы основные: [5] стр.8-10, [3] стр. 3-4
 - Достоинства и недостатки, краткие исторические сведения, перспективы. Источники литературы основные: [5] стр.5-9, [3] стр. 11-19.
 - Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.
- Дополнительные источники литературы: [1] и [2].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №1:

- В чем состоит сущность железобетона? На примере какого элемента она рассматривается?
- Чем отличается характер разрушения железобетонной балки от бетонной с такой же расчетной схемой, выполненной из бетона того же класса и с такими же размерами поперечного сечения?
- Какова область применения железобетонных конструкций?
- Какими достоинствами обладает железобетон?
- Какими недостатками обладает железобетон?
- Сформулируйте основные перспективные направления развития и совершенствования железобетонных конструкций?
- Назовите первую железобетонную конструкцию

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Лекционное занятие №2. Бетон

Тема: Бетон. Состав, классификация, прочность бетона, классы и марки бетона, деформационные свойства бетона, модуль деформации бетона.

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №2:

- Состав бетона. Источники литературы основные: [5] стр.11, [3] стр. 21
 - Классификация бетонов, прочность бетона, классы и марки бетона. Источники литературы основные: [5] стр.11-25, [3] стр. 21-30
 - Модуль деформации бетона. Источники литературы основные: [5] стр.26-35, [3] стр. 30-41
 - Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.
- Дополнительные источники литературы: [1], [2] и [7].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №2:

- Из чего состоит бетон?
- Назовите основные физико-механические свойства бетона.
- Чем отличается кубиковая прочность от призмочной прочности бетона?
- Какими способами можно определить прочность бетона на осевое растяжение?
- Какие модули деформаций бетона знаете?
- Какие классы и марки бетона вы знаете?
- Какие виды прочности бетона вы знаете?
- От чего зависит прочность бетона?
- Почему прочность бетона на осевое растяжение меньше кубиковой прочности бетона?

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Лекционное занятие №3. Арматура.

Тема: Арматура. Назначение, классификация, физико-механические свойства арматурных стержней, сортамент, арматурные изделия, соединение арматуры.

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №3:

- Назначение арматуры. Источники литературы основные: [5] стр.37, [3] стр. 41-44
 - Физико-механические свойства стержней. Источники литературы основные: [5] стр.39-44, [3] стр. 47-50
 - Классификация арматуры. Источники литературы основные: [5] стр.44-46, [3] стр. 51-52
 - Применение арматуры в конструкциях. Источники литературы основные: [5] стр.46-54, [3] стр. 52-59
 - Арматурные сварные изделия. Арматурные проволочные изделия. Соединения арматуры. Источники литературы основные: [5] стр.46-54, [3] стр. 52-59
 - Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.
- Дополнительные источники литературы: [1], [2] и [7].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №3:

- По каким признакам классифицируется арматура?
- Назовите основные физические свойства арматурных стержней.
- Какие типы арматурных сеток и каркасов знаете?
- Какие бывают соединения арматуры?
- Что такое пластичность?
- Что такое свариваемость?
- Что такое хладноломкость?
- Что такое релаксация?
- Когда происходит усталостное разрушение арматуры?

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Лекционное занятие №4. Железобетон.

Тема: Железобетон. Общие сведения, содержание арматуры, трещиностойкость, сцепление арматуры с бетоном, анкеровка, усадка, ползучесть, коррозия железобетона, защитный слой, минимальные расстояния между стержнями.

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №4:

- Общие сведения о железобетоне. Источники литературы основные: [5] стр.55
- Сцепление арматуры с бетоном. Источники литературы основные: [5] стр.57-59, [3] стр. 56-57
- Анкеровка арматуры в бетоне. Источники литературы основные: [5] стр.59-61, [3] стр. 57-58
- Защитный слой бетона в железобетонных элементах. Источники литературы основные: [5] стр.65-66, [3] стр. 58, [7] п.10.3
- Минимальные расстояния между стержнями арматуры. Источники литературы основные: [5] стр.66, [3] стр. 59, [7] п.10.3.5
- Усадка и ползучесть железобетона. Источники литературы основные: [5] стр.61-63
- Содержание арматуры – процент армирования. Источники литературы основные: [5] стр.55-56, [3] стр. 56, [7] п.10.3.6

- Трещиностойкость железобетона. Источники литературы основные: [5] стр.56-57
- Коррозия железобетона. Источники литературы основные: [5] стр.63-65

Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.

Дополнительные источники литературы: [1], [2] и [7].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №4:

- Назовите основные факторы надежного сцепления арматуры с бетоном.
- Назовите основные функции защитного слоя бетона.
- Какими способами обеспечивается анкеровка арматуры в бетоне?
- Что такое минимальный процент армирования рабочей продольной арматуры в изгибаемых элементах, укажите значение?
 - Почему в обычных конструкциях приходится мириться с явлением трещиностойкости?
 - Как арматура влияет на усадку железобетона?
 - Как наличие арматуры влияет на развитие ползучести в железобетоне?
 - Как влияет ползучесть на работу статически неопределимых конструкций?
 - От чего зависит степень склонности железобетона к коррозии?

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Лекционное занятие №5. Стадии НДС изгибаемых железобетонных элементов.

Тема: Стадии напряжённо-деформированного состояния изгибаемых железобетонных элементов.

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №5:

- Стадия I – стадия работы элемента до появления первых трещин в бетоне растянутой зоны.
- Стадия Ia – конец стадии I.
- Стадия II – стадия эксплуатации.
- Стадия III – стадия разрушения. Первый случай разрушения. Второй случай разрушения.
- Граница между случаями разрушения

Источники литературы основные: [5] стр.67-71, [3] стр. 60-63.

Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.

Дополнительные источники литературы: [1] и [2].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №5:

- Каким нагрузкам соответствует стадия I работы элемента до появления первых трещин?
- Каких значений достигают напряжения в растянутой арматуре в стадии Ia?
- Что происходит с бетоном в зоне растяжения в стадии эксплуатации?
- Чем обусловлена граница между случаями разрушения железобетона?

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Лекционное занятие №6. Метод расчета ЖБК по предельным состояниям

Тема: Метод расчёта железобетонных конструкций по предельным состояниям: основные положения, нагрузки и воздействия, степень ответственности зданий и сооружений, прочностные свойства материалов, структура расчётных формул в общем виде.

Вопросы для подготовки к лекционному занятию №6:

- Основные положения метода предельных состояний. Источники литературы основные: [5] стр.71-74, 81-82 [3] стр. 63-65, [4] п.5
- Нагрузки и воздействия. Источники литературы основные: [5] стр.74-76, [8] п.3-6, [4] п.6
- Степень ответственности зданий и сооружений. Источники литературы основные: [5] стр.76-77, [4] Приложение А.
- Прочностные свойства материалов. Источники литературы основные: [5] стр.77-79, [4] п.7
- Структура расчетных формул в общем виде. Источники литературы основные: [5] стр.79-81

Данные подразделы полностью раскрыты в основных источниках литературы.
Дополнительные источники литературы: [1] и [2].

Вопросы для самопроверки к лекционному занятию №6:

- Дайте определение предельного состояния.
- Что значит, конструкция не отвечает предельному состоянию I группы?
- Как характеризуется предельное состояние II группы?
- Какие знаете коэффициенты метода предельных состояний?
- Как классифицируются нагрузки.
- Какие знаете классы зданий и сооружений по степени ответственности?

Рекомендуемое количество часов самостоятельной работы 2 часа.

Практическое занятие №1. Задача №1 часть I

1.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

1.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения.

1.3 План занятия

- Выдача вариантов заданий студентам. Типы задач, перевод единиц измерения и условные обозначения.
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018 [7]
- Вычерчивание схемы армирования заданного сечения со спецификацией
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента
- Решение
- Определение несущей способности по четырем формулам и формулировка вывода

1.4 Введение

Обычно при расчете прочности элементов железобетонных конструкций на практике встречаются три типа характерных задач:

Тип задач	Известно	Требуется найти
I. Определение несущей способности и проверка прочности сечения, ранее запроектированного (или уже существующего) элемента	размеры сечения элемента и площадь сечения арматуры A_s в нем, а при проверке прочности – также внешний силовой фактор (усилие в сечении или нагрузка на элемент)	предельное усилие, выдерживаемое сечением
II. Подбор арматуры при известных размерах сечения элемента под заданный расчетный внешний силовой фактор.	размеры сечения и известны (или предварительно определяются) расчетные усилия в сечении	площадь сечения арматуры A_s (количество и диаметр стержней)
III. Подбор размеров сечения элемента и площади сечения арматуры в нем (проектирование сечения на заданный силовой фактор)	расчетные усилия или расчетная схема конструкции с внешними нагрузками и по ним определяются расчетные усилия	размеры сечения проектируемого элемента и площадь сечения арматуры A_s (количество и диаметр стержней)

Используемые в задачах приставки СИ для кратных и дольных единиц (остальные приставки можно посмотреть в [10] или в справочной литературе):

Десятичный множитель	приставка		обозначение		пример
	русская	международная	русское	международное	
10^3	кило	kilo	к	k	кН - килоньютон
10^6	мега	mega	М	M	МПа - мегапаскаль
10^9	гига	giga	Г	G	ГПа - гигапаскаль
10^{-2}	санти	centi	с	c	см - сантиметр
10^{-3}	милли	milli	м	m	мм – миллиметр, мПа - миллипаскаль
Примечание. Обратите внимание что написание приставки с большой или маленькой буквы имеет значение (приставки «мега» и «милли» отличаются в 1000000 раз).					

Так же для наглядности и лучшего восприятия величин полезно одновременно переводить полученные значения и в техническую систему единиц (МКСГС (от *метр, килограмм-сила, секунда*)).

Например, изгибающий момент $M = 10 \text{ кН} \cdot \text{м} = 10 \cdot \frac{10^3}{9.81} = 1019.4 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1,019 \text{ тс} \cdot \text{м}$; площадь арматуры $A_s = 650 \text{ мм}^2 = 650 \cdot (10^{-3} \text{ м})^2 = 650 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$

Задача состоит из двух частей. В части I требуется определить несущую способность прямоугольного поперечного сечения с одиночным армированием, арматура расположена в 1 ряд. В части II требуется определить несущую способность такого же сечения с одиночным армированием, но уже с арматурой того же диаметра расположенной в два ряда.

Такая задача на практике может возникнуть, например, если нужно определить несущую способность железобетонной перемычки. В качестве перемычек иногда используют железобетонные балки прямоугольного сечения.



Рис. 1. Железобетонные балки прямоугольного сечения

1.5 Обозначения и некоторые формулы

M	–	изгибающий момент
M_{ult}	–	несущая способность поперечного сечения (максимальный изгибающий момент, который может быть воспринят сечением)
h	–	высота поперечного сечения (полная)
a	–	расстояние от центра тяжести арматуры до крайнего растянутого волокна поперечного сечения изгибаемого элемента
$h_0 = h - a$	–	рабочая высота сечения элемента
x	–	высота сжатой зоны поперечного сечения
$\xi = \frac{x}{h_0}$	–	относительная высота сжатой зоны поперечного сечения
x_R	–	граничная высота сжатой зоны поперечного сечения
$\xi_R = \frac{x_R}{h_0}$	–	относительная граничная высота сжатой зоны поперечного сечения
E_s	–	модуль упругости арматуры
R_s	–	расчетное сопротивление арматуры
$\varepsilon_{s,el} = \frac{R_s}{E_s}$	–	относительная деформация растянутой арматуры при напряжениях, равных R_s
ε_{b2}	–	относительная деформация бетона п.8.1.6 и п.6.1.20 СП 63.13330
R_b	–	расчетное сопротивление бетона с примененными коэффициентами
$R_b^{\text{табл}}$	–	табличное расчетное сопротивление бетона
$\alpha_m = \xi \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi)$	–	вспомогательный коэффициент используемый при расчете
$\alpha_R = \xi_R \cdot (1 - 0.5 \cdot \xi_R)$	–	вспомогательный коэффициент используемый при расчете

1.6 Исходные данные для решения задачи №1

Задача №1 рассчитана на два практических занятия

Задача №1 (ч I и ч II)

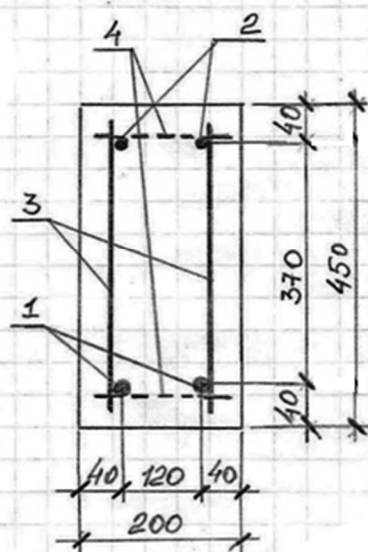
№ варианта	бетон тяжелый класса	отн. влажность воздуха, ф%	класс арматуры	общие		часть I		часть II		L, м
				b, мм	h, мм	a=a ₁ , мм	сечение	a, мм	сечение	
1	B15	40	A400	200	400	40	2ø 18	65	4ø 18	0,8
2	B15	45	A500	220	450	40	2ø 18	65	4ø 18	0,9
3	B15	50	A400	250	500	40	2ø 22	70	4ø 22	1
4	B15	55	A500	200	550	40	2ø 18	65	4ø 18	1,2
5	B15	60	A400	220	400	40	2ø 18	65	4ø 18	1,3
6	B20	65	A500	250	450	40	2ø 20	70	4ø 20	1,4
7	B20	70	A400	200	500	40	2ø 22	70	4ø 22	1,5
8	B20	75	A500	220	550	40	2ø 22	70	4ø 22	1,6
9	B20	80	A400	250	400	40	2ø 22	70	4ø 22	1,7
10	B20	40	A500	200	450	40	2ø 18	65	4ø 18	1,8
11	B25	45	A400	220	500	45	2ø 28	80	4ø 28	1,9
12	B25	50	A500	250	550	45	2ø 28	80	4ø 28	2
13	B25	55	A400	200	400	40	2ø 22	70	4ø 22	0,8
14	B25	60	A500	220	450	40	2ø 22	70	4ø 22	0,9
15	B25	65	A400	250	500	45	2ø 28	80	4ø 28	1
16	B15	70	A500	200	550	40	2ø 18	65	4ø 18	1,2
17	B15	75	A400	220	400	40	2ø 18	65	4ø 18	1,3
18	B15	80	A500	250	450	40	2ø 18	65	4ø 18	1,4
19	B15	40	A400	200	500	40	2ø 20	70	4ø 20	1,5
20	B15	45	A500	220	550	40	2ø 20	70	4ø 20	1,6
21	B20	50	A400	250	400	40	2ø 22	70	4ø 22	1,7
22	B20	55	A500	200	450	40	2ø 18	65	4ø 18	1,8
23	B20	60	A400	220	500	40	2ø 25	70	4ø 25	1,9
24	B20	65	A500	250	550	40	2ø 25	70	4ø 25	2
25	B20	70	A400	200	400	40	2ø 20	70	4ø 20	0,8
26	B25	75	A500	220	450	40	2ø 22	70	4ø 22	0,9
27	B25	80	A400	250	500	45	2ø 28	80	4ø 28	1
28	B25	40	A500	200	400	40	2ø 20	70	4ø 20	1,2
29	B25	45	A400	220	450	40	2ø 25	70	4ø 25	1,3
30	B25	50	A500	250	500	40	2ø 25	70	4ø 25	1,4

1.7 Примечания к задаче 1 (ч.1)

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 5-7
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности.
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9]
- Схему армирования и расчетную схему делать по нижеприведенным образцам:

Образец схемы армирования:

Схема армирования

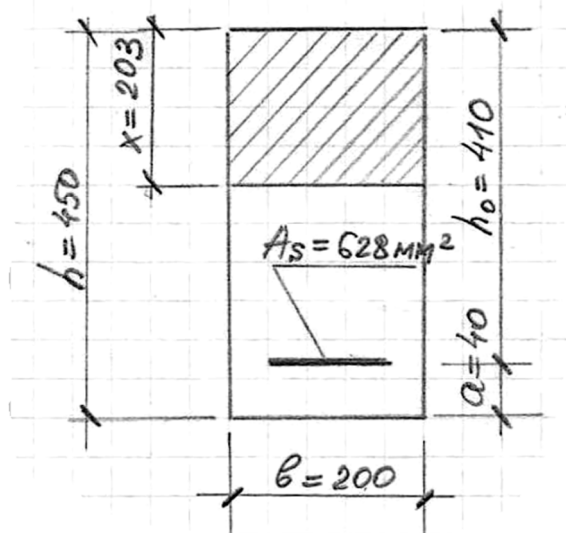


Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.	Масса Бет., кг
1	Рабочая арматура $\varnothing 20$ А400	2	
2	Конструктивная арматура $\varnothing 10$ А240	2	
3	Поперечная арматура $\varnothing 10$ А400	12	
4	Коротыши $\varnothing 10$ А240	6	

Образец расчетной схемы:

Расчетная схема



Практическое занятие №2 Задача №1 часть II

2.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям

[9]

- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

2.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов прямоугольного сечения.

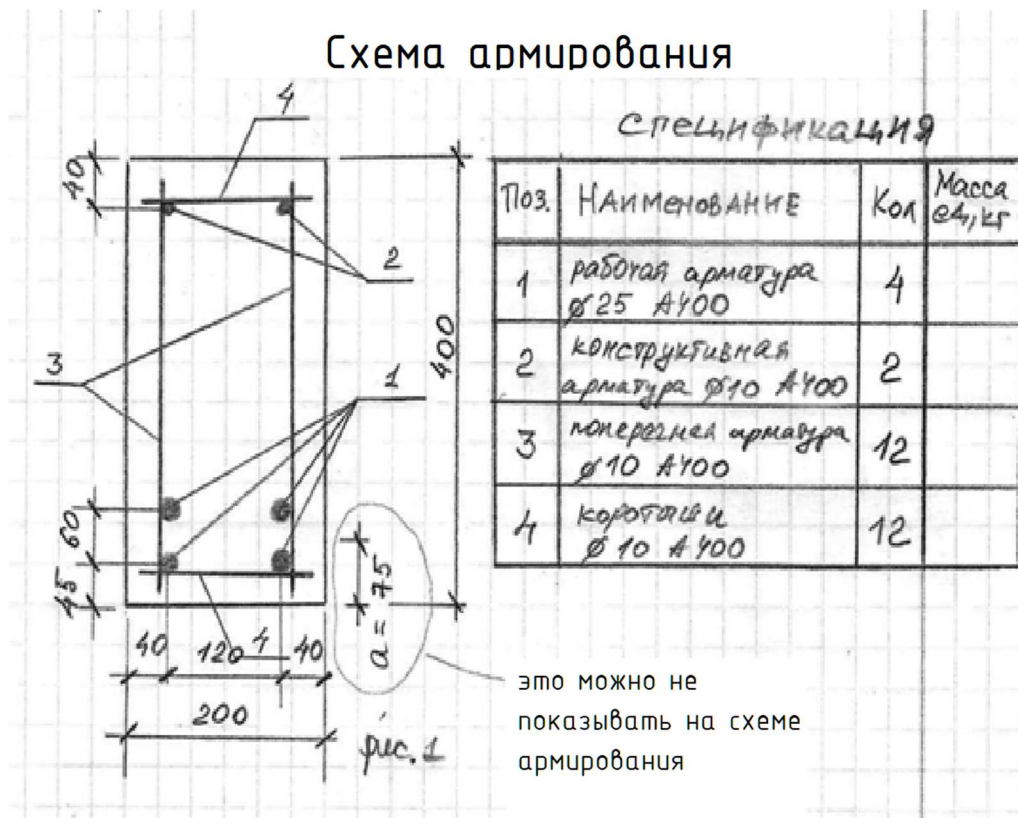
2.3 План занятия:

- Запись исходных данных, часть исходных данных уже выбраны и вычислены на прошлом занятии
- Вычерчивание схемы армирования заданного сечения
- Решение задачи
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента
- Определение несущей способности по двум формулам и и формулировка вывода

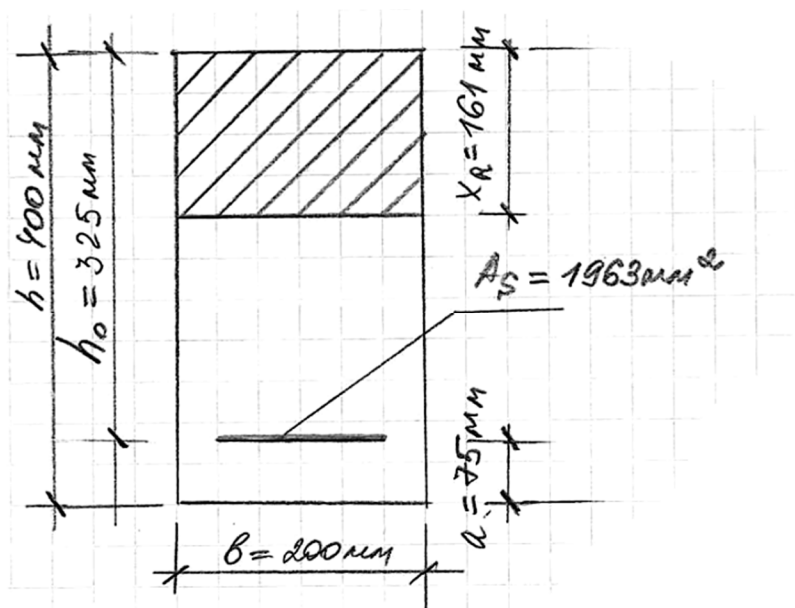
2.4 Примечания к задаче 1 (ч.2)

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 5-7
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности. Она была вычислена в первой части, можно взять оттуда.
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
- Схему армирования и расчетную схему делать по нижеприведенным образцам:

Образец схемы армирования:

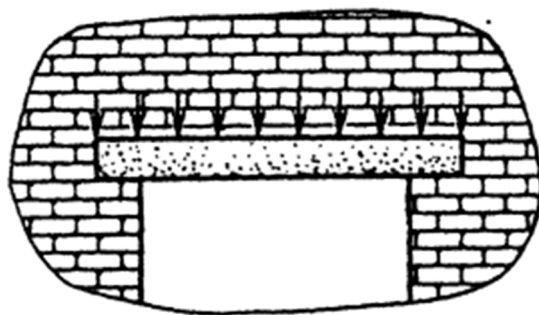


Образец расчетной схемы:



Определяется максимальная допустимая нагрузка на перемычку q_{ult} (расчетная схема перемычки: балка на двух шарнирных опорах загруженная равномерно распределенной нагрузкой) для обеих частей Задачи №1 с эпюрой изгибающих моментов и с отметкой экстремального момента на ней. Зная выражение для экстремального момента требуется самостоятельно вывести выражение для максимально допустимой нагрузки на перемычку.

Схема перемычки:



Практическое занятие №3. Задача №2 часть I

3.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям

[9]

- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

3.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов таврового сечения.

3.3 План занятия:

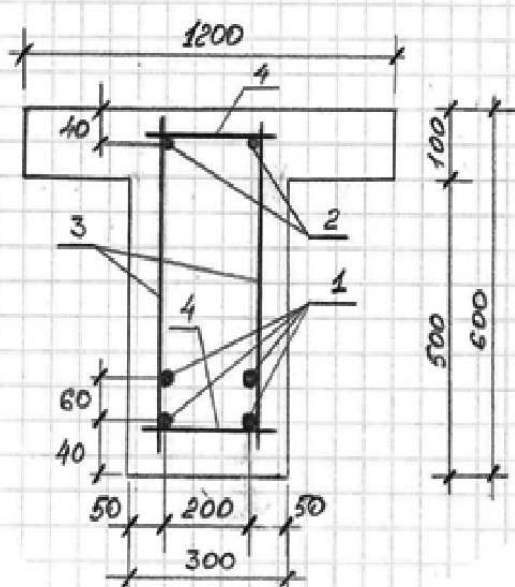
- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.3 методических указаний)
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018
- Вычерчивание схемы армирования заданного сечения со спецификацией
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента
- Решение
- Определение несущей способности по двум формулам и формулировка вывода

3.4 Примечания к задаче 2 (ч.1 и ч.2)

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 7-10
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности. Она была вычислена в первой части, можно взять оттуда.
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
- Схему армирования и расчетную схему делать с позициями и спецификацией как в задаче №1:

Образец схемы армирования:

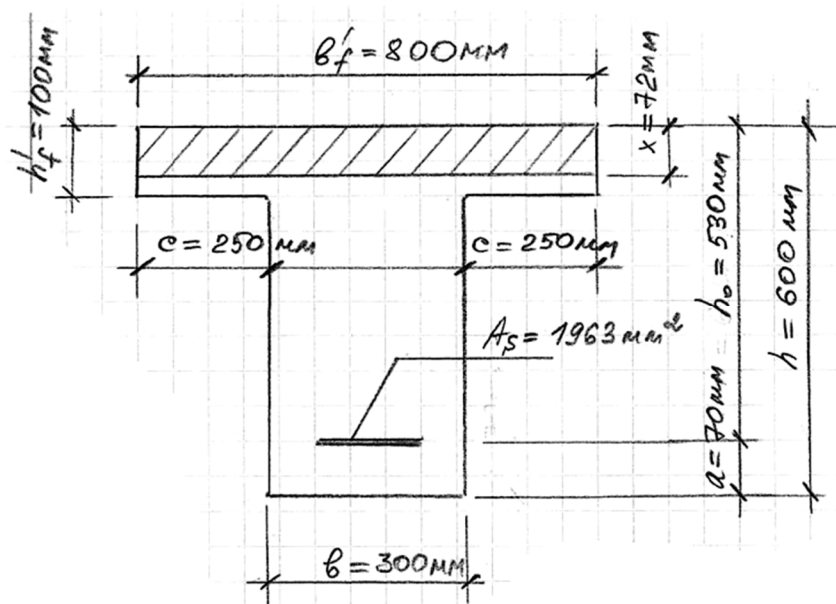
Схема армирования



СПЕЦИФИКАЦИЯ

№	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол.	Масса ед., кг
1	рабочая арматура $\varnothing 25$ А400	4	
2	конструктивная арматура $\varnothing 10$ А400	2	
3	поперечная арматура $\varnothing 10$ А400	12	
4	кратыши $\varnothing 10$ А400	12	

Образец расчетной схемы:



Практическое занятие №4. Задача №2 часть II

4.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

4.2 Тема занятия: Определение несущей способности и проверка прочности сечений железобетонных изгибаемых элементов таврового сечения.

4.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.4 методических указаний)
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018 [7]
- Вычерчивание схемы армирования заданного сечения со спецификацией (см. Занятие 3)
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента (см. Занятие 3)
- Решение
- Определение несущей способности по двум формулам и формулировка вывода

Практическое занятие №5. Задача №3 часть I

5.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

5.2 Тема занятия: Подбор арматуры при заданных размерах сечения железобетонного элемента.

5.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.5 методических указаний)
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018 [7]
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента (см. Занятие 3)
- Решение
- Конструирование армирования заданного сечения по результатам подбора арматуры и вычерчивание конструктивной схемы заданного сечения (см. Занятие 3)

5.4 Примечания к задаче 3 (ч.1 и ч.2)

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 11-13
- К алгоритму следует применить поправки: в алгоритме решения не учтена проверка свесов как в Задаче №2. Она выполняется по тому же алгоритму перед вычерчиванием расчетной схемы. На расчетной схеме указывают полученную расчетную ширину полки
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности. Она была вычислена в первой части, можно взять оттуда.
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
- Схему армирования и расчетную схему делать с позициями и спецификацией как в задаче №2

Практическое занятие №6. Задача №3 часть II

6.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

6.2 Тема занятия: Подбор арматуры при заданных размерах сечения железобетонного элемента.

6.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.6 методических указаний)
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018 [7]
- Вычерчивание расчетной схемы сечения элемента (см. Занятие 3)
- Решение
- Конструирование армирования заданного сечения по результатам подбора арматуры и вычерчивание конструктивной схемы заданного сечения (см. Занятие 3)

Практическое занятие №7. Задача №4

7.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

7.2 Тема занятия: Армирование прямоугольного поперечного сечения в сжатой и растянутой зоне

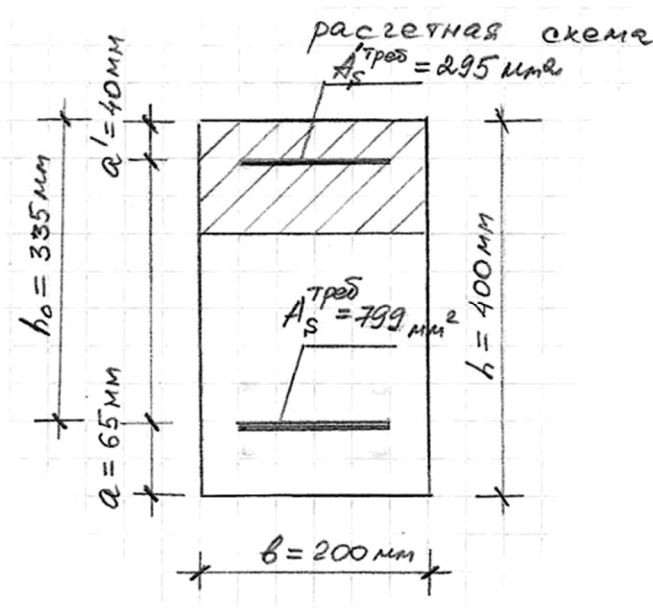
7.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.7 методических указаний)
- Выбор исходных данных из СП 63.13330.2018 [7]
- Вычерчивание расчетной схемы заданного сечения
- Решение задачи п.1-п.8
- Конструирование армирования заданного сечения по результатам подбора арматуры и вычерчивание конструктивной схемы заданного сечения

7.4 Примечания к задаче 4

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 14-16
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности. Она была вычислена в первой части, можно взять оттуда.
- При вычислении требуемой площади растянутой арматуры в формулу следует подставлять подобранную площадь сжатой арматуры
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
- Схему армирования и расчетную схему делать с позициями и спецификацией как в задаче №1

Образец расчетной схемы:



Образец схемы армирования:



Практическое занятие №8. Задача №5

8.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

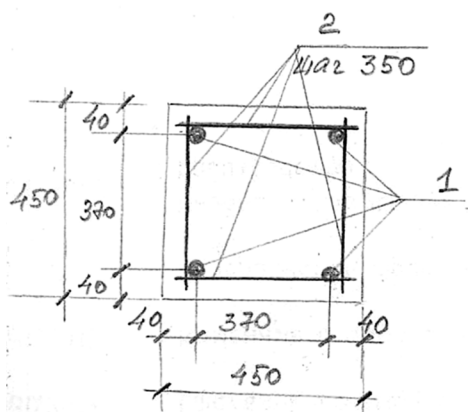
8.2 Тема занятия: Расчет и армирование центрально сжатой колонны

8.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.8 методических указаний)
 - Запись исходных данных
 - Анализ критериев допустимости расчета колонны в форме центрального сжатия, вывод по результатам анализа
 - Подбор сечения
 - Конструирование и вычерчивание конструктивной схемы поперечного сечения колонны (продольное и поперечное армирование)
 - Определение несущей способности колонны и вывод о ее обеспеченности

8.4 Примечания к задаче 5

- Задача решается для действия постоянных и длительных нагрузок, а так же с учетом кратковременных нагрузок.
 - Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 16-18
 - Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
 - Схему армирования и расчетную схему делать с позициями и спецификацией делать по образцу:



Спецификация

Поз.	Наименование	Кол.	Масса ед., кг
	<u>колонна К1</u>		
1	Рабочая арматура $\Phi 25$ $L = 3000$ мм	4	11,52
2	Композит $\Phi 8$ $L = 445$ мм	28	9,18
	<u>Материалы:</u>		
	Бетон В25		0,61 м ³

Практическое занятие №9. Задача №6

9.1 Используемая литература

- Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям [9]
- СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения [7]

9.2 Тема занятия: Определение размеров сечения и площади арматуры изгибаемых ж.б. элементов

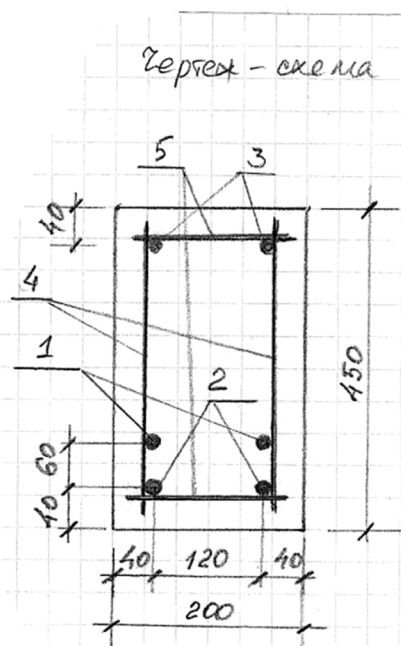
9.3 План занятия:

- Выдача вариантов заданий студентам (исходные данные из таблицы А.9 методических указаний)
 - Запись исходных данных
 - Статический расчет
 - Подбор размеров сечения
 - Подбор арматуры
 - Конструирование и вычерчивание конструктивной схемы поперечного сечения изгибаемого элемента

9.4 Примечания к задаче 6

- Задача решается для действия только постоянных и длительных нагрузок.
- Алгоритм решения задачи полностью приведен в Методических указаниях [9] стр. 7-10
- К алгоритму следует применить поправки: граничную относительную высоту сжатой зоны бетона вычислять не по п.5 Методических указаний [9], а в соответствии с СП 63.13330.2018 [7] с учетом заданной влажности. Она была вычислена в первой части, можно взять оттуда.
- Значения расчетных сопротивлений бетона и арматуры так же следует брать из актуальных норм СП 63.13330.2018 [7], а не из приложений к Методическим указаниям [9], они уже были выбраны в первой части.
- Схему армирования схему делать с позициями и спецификацией как в задаче №1:

Образец схемы армирования:



СПЕЦИФИКАЦИЯ

Поз.	Наименование	Кол.	Масса ед., кг
1	Рабочая А400 $\varnothing 22$ $L = 5600$	2	16,71
2	Рабочая А400 $\varnothing 25$ $L = 5600$	2	21,51
3	конструктивная А400 $\varnothing 14$ $L = 5600$	2	6,36
4	поперечная арм. А400 $\varnothing 10$ $L = 440$	20	0,24
5	коротыши А400 $\varnothing 10$ $L = 190$	20	0,12

Литература для организации самостоятельной работы

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс: Учеб. для вузов. Изд. 6-е 2009. М. ООО «Бастет»
2. Бондаренко В.М., Бакиров Р.О. Железобетонные и каменные конструкции. Учеб. для строит. спец. вузов / Под ред. В.М.Бондаренко. Изд. 3-е, испр., 876 с.
3. Сивоконь Ю.В., Касимов В.Р. Конспект лекций по строительным конструкциям: Учебное пособие. – Н.Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет – 2019. – 132 с.
4. ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения (Переиздание) // Техэксперт URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200115736> (дата обращения: 13.12.2020).
5. Свистунов В.В., Ломунов А.К. Основы сопротивления железобетона. Курс лекций по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции»: Учебное пособие. – Н.Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет – 2012. – 83 с.
6. Бай В.Ф., Наумкина Ю.В., Бикбов Р.Х. Курс лекций по дисциплине «железобетонные конструкции» для специальностей «Архитектура» и «Промышленное и гражданское строительство»: Курс лекций. – Тюмень: Тюменский государственный архитектурно-строительный университет – 2007. – 62 с.
7. СП 63.13330.2018 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменением N 1) // Техэксперт URL: <http://docs.cntd.ru/document/554403082/> (дата обращения: 19.12.2020).
8. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменениями N 1, 2) // Техэксперт URL: <http://docs.cntd.ru/document/456044318/> (дата обращения: 19.12.2020).
9. Задачи и справочные материалы к практическим занятиям по железобетонным конструкциям: Методические указания к решению задач на практических занятиях по курсу «Конструкции гражданских и промышленных зданий» для студентов направления 07.03.01 – Архитектура. Нижний Новгород. Издание ННГАСУ, 2015. – 48 с.

10. Об утверждении Положения о единицах величин, допускаемых к применению в Российской Федерации (с изменениями на 15 августа 2015 года) Постановление Правительства РФ от 31.10.2009 N 879 ПР (Правила) N 50.2.102-09 // ИС Техэксперт
11. Руководство по конструированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона (без предварительного напряжения)
12. ГОСТ 23279-2012 Сетки арматурные сварные для железобетонных конструкций и изделий. Общие технические условия
13. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3 Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85)
14. ПОСОБИЕ по проектированию жилых зданий Вып. 3. Часть 1. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85)

Сивоконь Юлия Владимировна
Касимов Вадим Равильевич
Барышникова Алла Викторовна

Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции.

Учебно-методическое пособие

по подготовке к лекционным и практическим занятиям (включая рекомендации для организации самостоятельной работы) по дисциплине «Основы строительных конструкций. Железобетонные конструкции» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Подписано в печать 26.03.2021г. Формат 60х90 1/16 Бумага газетная. Печать трафаретная. Уч. изд. л. 1,2. Усл. печ. л. 1,5. Тираж 300 экз. Заказ №

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65
<http://www.nngasu.ru>, srec@nngasu.ru