

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный
аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Архитектурно-строительный факультет

Кафедра строительных материалов и конструкций

**ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ
И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

по выполнению курсовой
и самостоятельной работы
для студентов специальности
08.05.01 Строительство уникальных
зданий и сооружений

Краснодар
КубГАУ
2019

Составители: А. К. Рябухин, Н. Н. Любарский, В. И. Божков.

Железобетонные и каменные конструкции :
метод. рекомендации по выполнению курсовой
и самостоятельной работы / сост. А. К. Рябухин,
Н. Н. Любарский, В. И. Божков. – Краснодар : КубГАУ, 2019. –
19 с.

В методических рекомендациях изложены основные позиции для выполнения курсовой и самостоятельной работы, предназначенных для закрепления компетенций, полученных при изучении курса по железобетонным и каменным конструкциям.

Предназначены для студентов специальности 08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений по специализации «Строительство высотных и большепролетных зданий и сооружений».

Рассмотрено и одобрено методической комиссией архитектурно-строительного факультета Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина, протокол № 3 от 22.11.2019.

Председатель
методической комиссии



А. М. Блягоз

- © Рябухин А. К. Любарский Н. Н.,
Божков В. И. составление, 2019
- © ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2019

ВВЕДЕНИЕ

Целью освоения дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» является изучение основ проектирования, изготовления, монтажа, усиления железобетонных и каменных конструкций зданий и сооружений. Железобетонные конструкции являются основными строительными конструкциями с обширной областью применения, поэтому техническая подготовка обязательно должна включать углубленное изучение основ теории сопротивления железобетона и проектирования железобетонных конструкций зданий и сооружений.

Задачи – развитие навыков проектирования и расчетов железобетонных и каменных конструкций, с учетом влияния предварительного напряжения арматуры; расчетов пространственных конструкций зданий и сооружений с учетом требований нормативной документации в строительстве; понимание принципов работы железобетонных конструкций и каменных конструкций, технологии их строительства, ремонта и реконструкции.

1 КУРСОВАЯ РАБОТА

Курсовая работа является проверкой знаний, практических графических умений и навыков, полученных в процессе аудиторного и самостоятельного изучения определенных тем дисциплины. Курсовая работа выполняется в виде отчета с расчетами с приложением необходимых расчетных схем и чертежей.

В качестве исходных данных преподаватель назначает размеры здания в плане, студент сам выбирает планировку здания и его функциональное назначение. Преподаватель задает этажность здания индивидуально для каждого студента. Далее выполняется расчет. Пример расчета представлен в следующем разделе.

Критерии оценки, шкала оценивания курсовой работы

Оценка «отлично» выставляется при условии, что студент справился с заданием в полном объеме за установленное время без ошибок или с минимальным количеством ошибок. Выполнены все методические указания по данной теме.

Оценка «хорошо» выставляется при условии выполнения не менее 75% задания, содержащие отдельные легко исправимые недостатки второстепенного характера. Выполнены все методические указания по данной теме.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при условии выполнении не менее 50% задания, имеются негрубые ошибки. Методические указания по данной теме выполнены частично. Низкое качество графического выполнения и оформления отчета, схем и чертежей.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при условии отсутствия или неверного выполнения задания. Методические указания по данной теме не выполнены. Низкое качество графического выполнения и оформления отчета, схем и чертежей.

2 ПРИМЕР РАСЧЕТА

1. Определение веса здания.

Требуется: определить габаритные размеры несущих конструкций каркасного здания.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ:

- Для расчета в качестве исходных данных принято здание прямоугольное в плане, с размерами 18х42м, на крыше здания предусмотрена дополнительная нагрузка (вертолетная площадка);
- Шаг колонн: 6х6м;
- Количество этажей: 33 этажей;
- Толщина плиты покрытия: 0,28м;
- Толщина плиты перекрытия: 0,2м;
- Толщина внешних стен: 0,42м;
- Толщина перегородок: 0,18м;
- Высота этажа: 3м;
- Размеры консоли: 3,3х0,5 м;
- Нагрузка на консоли: 3,3 т;
- Исходные данные отражены на листе №1 графической части.

Сбор нагрузок

Площадь здания: $S = 18 \times 42 = 756 \text{ м}^2$

Дальше следует определить вес наружных и внутренних стен

Сначала определим объём наружных стен, для этого находим периметр

Периметр: $18 \times 2 + 42 \times 2 = 120 \text{ м}$, отсюда определяем:

□ Объём наружных кирпичных стен и их вес:

$\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ - плотность кирпича

$V_{н.с} = 120 \times 0,42 \times 3 = 151,2 \text{ м}^3$ $P_{н.с} = 151,2 \times 1,8 = 272,16 \text{ т}$.

□ Теперь определяем объём и вес внутренних газобетонных стен (перегородки):

Объём и вес внутренних стен

$V_{мп} = 226 \times 0,18 \times 3 = 122,04 \text{ м}^3$ $P_{вн.стен} = 122,04 \times 0,8 = 97,632 \text{ т}$.

$\rho = 800 \text{ кг/м}^3$ - плотность газобетонного блока

□ Определим объём и вес колонн:

Колонну принимаем: сечение 0.9х0.9 м и высотой 3 м

$V_{кол} = 0,9 \times 0,9 \times 3 \times 32 = 82,08 \text{ м}^3$ $P_{кол} = 82,08 \times 2,4 = 197,0 \text{ т}$.

Находим кратковременные нагрузки:

□ Снеговая нагрузка:

Т.к. Краснодар 2 район по снеговой нагрузке, то принимаем $R=120 \text{ кг/м}^2$
 $R_{\text{снет}}=756*0,12=90,72 \text{ т.}$ –снеговая нагрузка на всю поверхность плиты покрытия

□ Нагрузка от людей:

В соответствии с СП «Нагрузки и воздействия» нагрузка от людей составляет $200 \text{ кгм}^2/$ отсюда следует:

$R_{\text{люд}}=756*0.2=151,2 \text{ т.}$

□ Нагрузка от вертолетной площадки:

В соответствии с СП «Нагрузки и воздействия» нагрузка от площадки составляет, $324 \text{ кгм}^2/$ отсюда следует:

$R_{\text{верт.пл}}=756*0,324=245 \text{ т.}$

Определяем объем и вес плиты покрытия:

$V_{\text{п.покр.}}=0,28*756=211,68 \text{ м}^3$

$R_{\text{п.покр.}}=211,68*2.4=508,032 \text{ т}$

Определяем объём и вес плиты перекрытия:

0.2-толщина плиты перекрытия

$V_{\text{п.пер}}=756*0,2=151,2 \text{ м}^3$

$R_{\text{п.пер}}=151.2*2.4=362.88 \text{ т.}$

Сводная таблица нагрузок

Постоянная нагрузка	Нагрузка (т)	Коэф.	Норм.нагрузка а(т)
Наименование			
Плиты Покрытия	508	1,1	558,8
Плиты Перекрытия	363	1,1	399,3
Внешние стены	272,2	1,1	299,42
Колонны	113	1,1	186,62
Снеговая нагрузка	91	1,4	127,4
Люди	151,2	1,3	196,56
Вертолетная площ.	245	1,3	318,5
Перегородки	97,6	1,1	107,36

2. Расчет и армирование колонны

Определяем вес, который приходится на одну колонну:

$$N_{1к} = 38606,4332 = 1206,5 \text{ т} = 12065 \text{ кН}$$

Определяем армирование колонны:

$$[N] = \varphi [R_b \cdot A_b + R_s (A_s)]$$

Где: A_b - площадь бетона;

R_b - расчетное сопротивление бетона;

A_s - площадь арматуры сжатой зоны;

R_s - расчетное сопротивление стали;

φ – коэффициент, зависящий от гибкости колонны, принимаем (0.9) согласно методическим указаниям «Расчет и конструирование каркаса многоэтажного промышленного здания»

Сечение колоны $0,7 \times 0,7$ $R_s = 365 \text{ МПа}$

$$R_b = 15,3 \text{ МПа}$$

$$A_s = 91,62 \text{ см}^2 (9 \text{ стержней арматуры})$$

$$A_b = 0,49 \text{ м}^2$$

$$[N] = ((0,7 \times 0,7) \times 1530 \text{ т} + 3,65 \times 91,62) \times 0,9 = 975,7 \text{ т}$$

$$975,7 \text{ т} < 1206,5 \text{ т}$$

Не подходит, увеличиваю сечение

Сечение колоны $0,9 \times 0,9$ $R_s = 365 \text{ МПа}$

$$R_b = 15,3 \text{ МПа}$$

$$A_s = 64,34 \text{ см}^2 (8 \text{ стержней арматуры})$$

$$A_b = 0,81 \text{ м}^2$$

$$[N] = ((0,9 \times 0,9) \times 1530 \text{ т} + 3,65 \times 64,34) \times 0,9 = 1326,73 \text{ т}$$

$$1326,73 \text{ т} > 1206,8 \text{ т}$$

Принимаю 8 стержней арматуры $D32 = 64,34 \text{ см}^2$

Процент армирования:

$$\eta = A_s A_b / * 100\% = 0,0064340,81 * 100\% = 0,79\%$$

Нормой считается процент армирования от 0,2% до 3%.

Если процент армирования меньше 0,2% это считается недоармированием.

Превышение границы в 3% считается переармированием и не оправдывает себя материально.

3. Определяем армирование плиты покрытия и перекрытия

3.1 Расчет и армирование плиты перекрытия

Определяем вес, который приходится на 1 м^2

$$P_{1 \text{ м}^2} = 1137,4 / 756 = 1,5 \text{ т/м}^2$$

$$q = 1,5 \text{ т/м}^2 = 15 \text{ кН/м}$$

$$L = 8,5 \text{ м}$$

$$M = q \cdot L^2 / 8$$

$$M=1,5*8,5^2*8=13,55=135,5 \text{ кН}$$

$[M]=R_s*As(h_o-a')$ - формула изгибающего момента в самом невыгодном положении.

Где: M – изгибающий момент;

As – площадь арматуры;

R_s – расчетное сопротивление арматуры (365 МПа);

h_o – рабочая зона (расстояние от бетона до растянутой арматуры);

$$h=0,2$$

$$h_o=0,2-0,03=0,17$$

a' - защитный слой бетона;

$$a'=0,03$$

Принимаю 6 стержней D25 ($As=29,45 \text{ см}^2$)

$$[M]=365*10^6*29,45*0,14*10^{-4}=1504,9*10^2=150,4 \text{ кН}$$

$$[Q]=2,5R_{bt}*h_o*b$$

Где: R_{bt} – прочность бетона на срез (1,05 МПа)

h_o - рабочая зона бетона ($h_o=0,17$)

b – ширина рассматриваемого сечения (3,6 метр)

$[Q]$ – предел прочности

$$[Q]=2,5*1,05*10^6*0,17*3,6=1606 \text{ кН}$$

$$Q=1,5*36=54 \text{ т} = 540 \text{ кН}$$

3.2 Расчет и армирование плиты покрытия

Определяем вес, который приходится на 1 м^2

$$P_{1 \text{ м}^2}=1072,23/756=1,42 \text{ т/м}^2$$

$$q=1,42 \text{ т/м}^2=14,2 \text{ кН/м}$$

$$L=8,5 \text{ м}$$

$$M=q*L^2/8$$

$$M=1,42*8,5^2/8=12,82=128,2 \text{ кН}$$

$[M]=R_s*As(h_o-a')$ - формула изгибающего момента в самом невыгодном положении.

Где: M – изгибающий момент;

As – площадь арматуры;

R_s – расчетное сопротивление арматуры (365 МПа);

h_o – рабочая зона (расстояние от бетона до растянутой арматуры);

$$h=0,28$$

$$h_o=0,28-0,03=0,25$$

a' - защитный слой бетона;

$$a'=0,03$$

Принимаю 4 стержня D25 ($As=19,63 \text{ см}^2$)

$$[M]=365*10^6*19,63*0,22*10^{-4}=1576,29*10^2=157,63 \text{ кН}$$

$$[Q]=2,5R_{bt}*h_o*b$$

Где: R_{bt} – прочность бетона на срез (1.05 МПа)
 h_0 – рабочая зона бетона ($h_0 = 0,25$)
 b – ширина рассматриваемого сечения (3.6 метр)
 $[Q]$ – предел прочности
 $[Q] = 2.5 * 1.05 * 10^6 * 0.25 * 3.6 = 2360 \text{ кН}$
 $Q = 1.42 * 36 = 51,12 \text{ т} = 511,2 \text{ кН}$

4. Расчет консольной балки

Балку принимаем размерами

L-длина 3,3 м

h-высота 0,5 м

b-ширина 0,5 м

На конец балки давит нагрузка в 3,3 т

Находим максимальный момент:

$M_{гор} = 3,3 * 0,5 = 1,65 \text{ т*м}$

$M_{бал} = 1,65 * 1,98 = 3,267 \text{ т*м}$

$M_{max} = 1,65 + 3,267 = 4,917 \text{ т*м} = 49,1 \text{ кН*м}$

Рассчитываем армирование:

$[M]_{пред.} = R_s * A_s * (h_0 - a') * b$

Где: A_s – площадь арматуры;

R_s – расчетное сопротивление арматуры (365 МПа);

h_0 – рабочая зона (расстояние от бетона до растянутой арматуры);

$h = 0.5$

$h_0 = 0.5 - 0.03 = 0.47$

a' – защитный слой бетона;

$a' = 0.03$

$b = 0.5 \text{ м}$

Для продольной арматуры принимаем по сортаменту 2 стержня арматуры D25 с $A_s = 9,82 \text{ см}^2$.

$[M]_{пред.} = 365 * 10^6 * 9,82 * 10^{-4} * (0,47 - 0,03) * 0,5 = 78854,6 * \text{м} = 78,85 \text{ кН*м}$

Процент армирования:

$\eta = A_s A_b / * 100\% = 0,0018850,25 * 100\% = 0,75\%$

Нормой считается процент армирования от 0,2% до 3%.

Если процент армирования меньше 0,2% это считается недоармированием.

Превышение границы в 3% считается переармированием и не оправдывает себя материально.

5. Определение сечения и армирования свай

$$P_{\text{роств.}} = 2,2 * 2,2 * 1 * 2,4 = 11,6 \text{ т}$$

Вес, который понесет на себе одна свая, равен:

$$N_{1k} = (1206,5 + 11,6) / 4 = 304,5 \text{ т}$$

Где: Вес 1 колонны = 1206,5 т

$$P_{\text{роств.}} = 11,6 \text{ т}$$

Задаем сваи 0,45х0,45, длиной 3 метра, не менее четырех штук под 1 колонну.

$$N = \varphi [R_b * A_b + R_s A_s]$$

Где: A_b - площадь бетона;

R_b - расчетное сопротивление бетона;

A_s - площадь арматуры сжатой зоны;

R_s - расчетное сопротивление стали;

$\varphi = 0,7$

$$R_s = 365 \text{ МПа}$$

$$R_b = 15,3 \text{ МПа}$$

$$A_b = 0,2025 \text{ м}^2$$

Принимаем 16 стержней D20 ($A_s = 50,28 \text{ см}^2$)

$$N = 0,7 * (15,3 * 10^6 * (0,45 * 0,45) + 365 * 10^6 * 50,28 * 10^{-4}) = 0,7 * 492,522 \text{ т} = 344,76 \text{ т}$$

Процент армирования:

$$\eta = A_s A_b / * 100\% = 0,0050280,2025 * 100\% = 2,5\%$$

Нормой считается процент армирования от 0,2% до 3%.

Если процент армирования меньше 0,2% это считается недоармированием.

Превышение границы в 3% считается переармированием и не оправдывает себя материально.

6. Расчет и армирование ростверка

$$S_{\text{роств.}} = 2,2 * 2,2 = 4,84 \text{ м}^2$$

$$q = 1218,14,84 = 251,7 \text{ т/м}^2 = 1533 \text{ кН}$$

$$L = 1,9 \text{ м}$$

$$M = q * L^2 / 8$$

$$M = 251,7 * (1,9)^2 / 8 = 113,6 \text{ т*м}$$

$[M] = R_s * A_s * (h_0 - a')$ - формула изгибающего момента в самом невыгодном положении.

Где: M – изгибающий момент;

A_s – площадь арматуры;

R_s – расчетное сопротивление арматуры;

h_0 – рабочая зона (расстояние от бетона до растянутой арматуры);

a' - защитный слой бетона;

Примем высоту ростверка 1 м.

Принимаем 5 стержней D40 = 62,8 см²

$$[M] = 365 \cdot 10^6 \cdot 62,8 \cdot 10^{-4} \cdot (0,95 - 0,05) = 206,3 \text{ т}$$

3.2 Расчет ростверка на действие поперечной силы Q

$$N = 304,5 \text{ т} \quad Q = 2,5 R_{bt} \cdot h_0 \cdot b$$

Где: R_{bt} – прочность бетона на срез (1,05 МПа)

h_0 - рабочая зона бетона (0,95 для ростверка)

b – ширина рассматриваемого сечения (1,8 метр)

$[Q]$ - предел прочности

$$Q = 2,5 \cdot 1,05 \cdot 10^6 \cdot 0,95 \cdot 1,8 = 448,9 \text{ т}$$

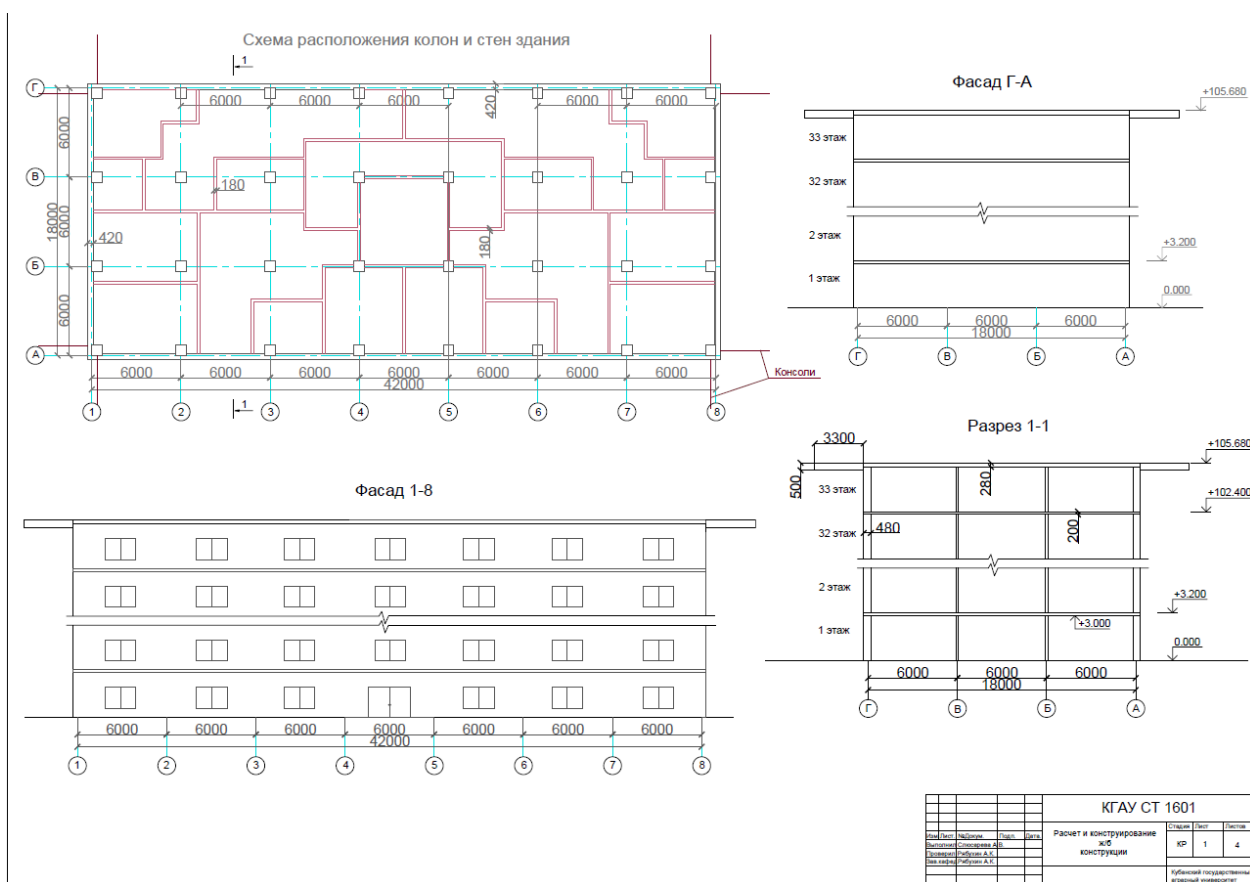
По расчету ростверк выдерживает 448,9 т, что превышает $N = 304,5 \text{ т}$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 20.13330.2011. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия. – М.: Министерство регионального развития Российской Федерации, 2011.

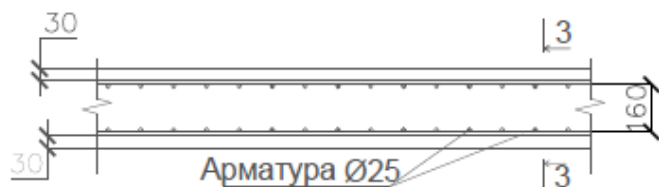
2. Задания и методические указания по выполнению курсового проекта «Расчет и конструирование каркасного многоэтажного промышленного здания» для студентов, обучающихся по направлению «строительство» (бакалавры)

3 ПРИМЕР ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

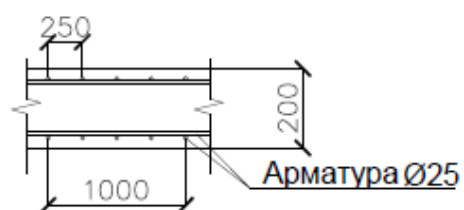


Армирование плиты перекрытия

Плита перекрытия монолит.

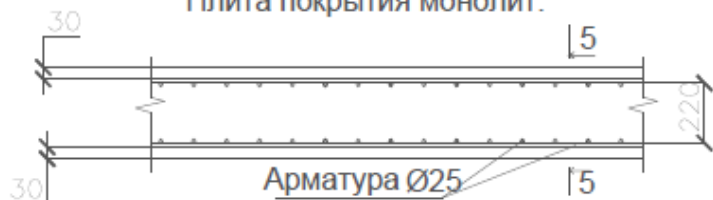


3-3

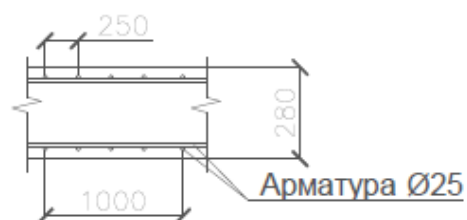


Армирование плиты покрытия

Плита покрытия монолит.



5-5



Армирование консоли



						КГАУ СТ 1601		
Изм.	Лист	Наименов.	Подп.	Дата	Расчет и конструирование ж/б конструкции	Страниц	Лист	Листов
Выполнит	Слюсарев А.В.					КР	2	4
Проверил	Рябухин А.К.							
Взв. кафедр	Рябухин А.К.							
						Кубанский государственный		

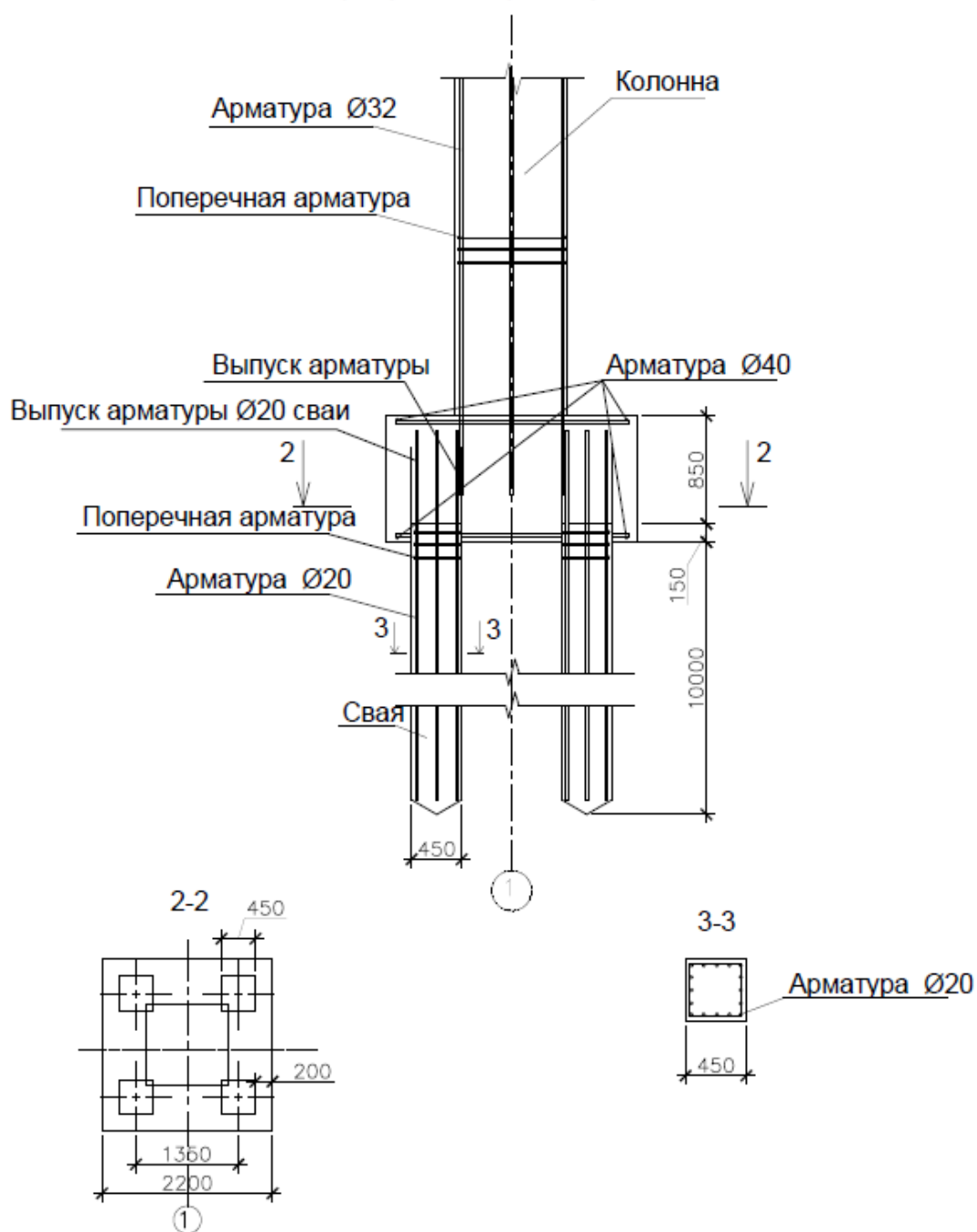
The drawing consists of two parts: a longitudinal section (top) and a cross-section (bottom).

Longitudinal Section (Top): Shows a column with a square cross-section of 900 mm. The column is reinforced with vertical bars of diameter 32 mm (Арматура Ø32) and horizontal bars of diameter 25 mm (Арматура Ø25). The section is labeled '2-2' at the bottom. The column is shown with a height of 200 mm. The section is labeled '2' at the top.

Cross-Section (Bottom): Shows a square cross-section of 800 mm. The section is reinforced with bars of diameter 32 mm (Арматура Ø32). The section is labeled '2-2' at the top.

					КГАУ СТ 1601			
					Расчет и конструирование ж/б конструкции	Стадия	Лист	Листов
						КР	3	4
						Кузнецкий государственный аграрный университет Кафедра СМЖ		

Армирование ростверка и сваи



					КГАУ СТ 1601			
Изм.	Лист	Наименов.	Подп.	Дата	Расчет и конструирование ж/б конструкции	Стадия	Лист	Листов
Выполнил	Слесарева А.В.					КР	4	4
Проверил	Рябухин А.К.							
Виз. кафедр.	Рябухин А.К.							
					Кубанский государственный аграрный университет Кафедра СМЖК			

4 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Басов, Ю. К. Железобетонные и каменные конструкции [Электронный ресурс] : учебное пособие / Ю. К. Басов, С. В. Зайцева. — Электрон. текстовые данные. — М. : Российский университет дружбы народов, 2010. — 100 с. — 978-5-209-03465-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/11403.html>

2. Бородачев, Н. А. Курсовое проектирование железобетонных и каменных конструкций в диалоге с ЭВМ [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. А. Бородачев. — Электрон. текстовые данные. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 304 с. — 978-5-9585-0474-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20474.html>

3. Смоляго, Г. А. Основы курса Железобетонные и каменные конструкции [Электронный ресурс] : учебное пособие / Г. А. Смоляго, В. И. Дронов. — Электрон. текстовые данные. — Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2011. — 203 с. — 978-5-361-00142-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28873.html>

4. Современные проблемы расчета и проектирования железобетонных конструкций многоэтажных зданий [Электронный ресурс] : сборник докладов Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения П.Ф. Дроздова / Н. И. Сенин, П. Ф. Дроздова, П. А. Акимов [и др.] ; под ред. А. Г. Тамразян. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 328 с. — 978-5-7264-0758-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23742.html>

5. Малахова, А. Н. Проектирование железобетонных конструкций с использованием программного ком-

плекса ЛИРА [Электронный ресурс] : учебное пособие / А. Н. Малахова, М. А. Мухин. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет,

ЭБСАСВ, 2011. — 120 с. — 978-5-7264-1059-3.

— Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/57054.html>

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1 КУРСОВАЯ РАБОТА	4
2 ПРИМЕР РАСЧЕТА.....	5
3 ПРИМЕР ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ	12
4 УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	16

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*Методические рекомендации
по выполнению курсовой
и самостоятельной работы*

Составители:

Рябухин Александр Константинович,
Любарский Николай Николаевич,
Божков Виктор Иванович

Формат 60 × 84 ¹/₁₆

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13