



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра «Технология строительного производства»

## **Практикум**

«Производство каменных работ»  
по дисциплинам

# **«Технические процессы в строительстве», «Основы технологии возведения зданий и сооружений»**

Авторы  
Корянова Ю. И.,  
Иванчук Е. В.,  
Жильникова Т. Н.

Ростов-на-Дону, 2019

## Аннотация

Включают цель и задачи практической работы, последовательность и методику подсчета объемов строительных материалов, трудовых затрат и затрат машинного времени при производстве каменной кладки, расчет состава и фронта работ отдельных звеньев и бригады в целом, справочные данные, необходимые для выполнения практической работы.

Предназначены для студентов направления 08.03.01 «Строительство» (профиль – «Промышленное и гражданское строительство») и специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (профиль – «Возведение высотных и большепролетных зданий и сооружений») очной формы обучения.

## Авторы

к.т.н., доцент кафедры «ТСП»  
Корянова Ю.И.,  
к.т.н., доцент кафедры «ТСП»  
Иванчук Е.В.,  
к.т.н., доцент кафедры «ТСП»  
Жильникова Т.Н.



## Оглавление

**Название Главы**.....Ошибка! Закладка не определена.

Название темы ..... **Ошибка! Закладка не определена.**

**Список литературы** .....Ошибка! Закладка не определена.

## 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Практическая работа состоит из двух частей: расчетной части, содержащей выполнение практического задания, и теоретической (текстовой), где нужно показать знания учебного материала дисциплины.

В конце работы необходимо привести список использованной литературы.

### 1.1. Цель и задачи работы

Цель – закрепление и углубление необходимых знаний по подсчету объемов строительных материалов, трудовых затрат и затрат машинного времени при производстве каменной кладки, а также приобретение навыков расчета фронта работ отдельных звеньев и бригады в целом.

Задача – выполнение расчетного и теоретического задания, проверяющего знание технологии и организации труда при каменной кладке зданий и сооружений.

### 1.2. Задание и исходные данные

В задании к практической работе предусматривается выполнение следующих видов кладок:

- каменной кладки наружных стен средней сложности, с проемами «с расшивкой», толщиной 2,5 кирпича / 640 мм;
- каменной кладки простых внутренних стен, с проемами «под штукатурку», толщиной 1,5 кирпича / 380 мм;
- каменной кладки простых внутренних стен, с проемами «под штукатурку», толщиной 1 кирпич / 250 мм;
- каменной кладки простых перегородок, с проемами «под штукатурку», толщиной 0,5 кирпича / 120 мм.

Задание предполагает:

- укладку брусовых перемычек над оконными и дверными проемами;
- установку лестничных маршей и укладку лестничных площадок.

Вышеуказанные виды работ выполняются каменщиками, строительными рабочими с применением труда такелажников и башенного крана, который обеспечивает доставку строительных

материалов на место укладки или установки.

Пример выполнения расчета дан в прил. 1.

### **1.3. Расчетная часть**

Исходные данные для выполнения расчетной части практической работы следует выбирать самостоятельно по двум последним цифрам шифра своей зачетной книжки из табл. 1.1.

Таблица 1.1 - Исходные данные для выполнения расчетной части

Последняя цифра шифра	Количество этажей	Высота этажа $H_{эт}$	Объем кладки стен на этаж $V$ , $m^3$ , при толщине $b$ , мм				Вид раствора	Транспортно-строительные материалы		Предпоследняя цифра шифра	Оконные и дверные проемы		Лестничные площадки Пос- и марши		Коэф-т проемности стен $K_{пр}$	Кол-во захваток на этаже $N_{захв}$ , шт.	Кол-во захваток на этаже $N_{захв}$ , шт.
			640	380	250	120		Вместимость поддона для кирпичей, шт.	Вместимость бункера для раствора, $m^3$		Кол-во на этаж $N_{пер}$ , шт.	Масса брусовых перемычек на проем, т	Кол-во на этаж $N_{м.п.}$ , шт.	Масса лестничной площадки и лестничного марша, т			
1	9	2,4	395	248	71	43	Цементный	400	0,25	1	83	0,5	24	1,0	1,06	3	10
2	8	3,0	344	175	52	31	Цементно-известковый	250	0,38	2	67	1,5	16	2,5	1,07	3	12
3	7	2,6	250	129	62	27	Цементный	300	0,50	3	82	1,0	12	1,0	1,08	2	14
4	6	3,2	245	152	16	-	Цементно-известковый	200	0,25	4	52	0,5	8	2,5	1,09	2	16
5	5	3,0	454	112	22	10	Цементный	450	0,38	5	59	1,5	24	1,0	1,1	3	11
6	9	2,6	206	117	54	-	Цементно-известковый	500	0,50	6	124	1,0	16	2,5	1,11	2	13
7	8	3,2	270	142	18	30	Цементный	300	0,25	7	74	0,5	12	1,0	1,12	3	15
8	7	3,0	143	84	12	15	Цементно-известковый	200	0,38	8	48	1,0	8	1,0	1,06	2	9
9	6	2,4	187	96	14	12	Цементный	400	0,50	9	52	0,5	24	2,5	1,07	2	11
0	5	2,5	292	151	28	14	Цементно-известковый	300	0,25	0	76	1,5	16	1,0	1,08	3	10

На один этаж и на все здание необходимо:

- 1) при проектировании:
  - определить количество строительных материалов в поддонах и бункерах;
  - найти затраты труда такелажников на подачу кирпича и раствора;
  - рассчитать затраты труда бригады каменщиков и строительных рабочих;
  - найти продолжительность работ башенного крана и бригады каменщиков;
  - принять коэффициент выполнения норм выработки  $K_{в.н.}$ , исходя из полной продолжительности производства работ в сменах;
  - определить численный состав всей бригады и отдельных звеньев бригады каменщиков;
  - найти высоту яруса кладки, размеры демянков, общий фронт работ бригады каменщиков;
- 2) составить калькуляцию трудовых затрат;
- 3) определить технико-экономические показатели строительства.

### 1.4. Теоретическая часть

Тему для выполнения теоретической части практической работы следует выбирать также самостоятельно по последней цифре шифра своей зачетной книжки (табл. 1.2).

При написании теоретической части контрольной работы следует пользоваться [1–7]. Теоретическая текстовая часть обязательно сопровождается поясняющими схемами и рисунками.

Таблица 1.2 - Темы для выполнения теоретической части

Последняя цифра шифра	Тема
1	Виды материалов для каменных кладок
2	Растворы для каменных кладок и требования, предъявляемые к ним
3	Виды каменных кладок
4	Армирование каменных кладок
5	Три правила разрезки каменных кладок
6	Системы перевязки швов в каменных кладках

7	Леса и подмости, применяемые для каменных кладок
8	Организация рабочего места и труда каменщиков
9	Контроль качества каменных работ
0	Техника безопасности при производстве каменных работ

## 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА КАМЕННЫХ РАБОТ

### 2.1. Определение количества строительных материалов

Для подсчета количества материалов на один этаж и на все здание в соответствии с объемом кладки (см. задание) необходимо определить нормы расхода кирпича и раствора на 1 м<sup>3</sup> кладки стен или 1 м<sup>3</sup> кладки перегородок (табл. 2.1).

Таблица 2.1 - Нормы расхода кирпича и раствора на 1 м<sup>3</sup> стен или перегородок

Материал	Н <sub>расх.к.</sub> , шт./м <sup>3</sup> стены, Н <sub>расх.р.</sub> , м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup> стены			
	Стены толщиной b в кирпичах / в мм			Перегородки толщиной в кирпичах / в мм
	2,5 / 640	1,5 / 380	1 / 250	
Кирпич, шт.	392	395	400	50
Раствор, м <sup>3</sup>	0,245	0,234	0,221	0,023

Количество кирпича в штуках на один этаж здания стены толщиной 640 (380, 250, 120) мм

$$n_i = v_i \cdot N_{расх.ки}$$

где  $v_i$  – объем кладки стен на один этаж при  $b = 640$  (380, 250, 120) мм, м<sup>3</sup>;

$N_{расх.ки}$  – норма расхода кирпича на 1 м<sup>3</sup> стены при  $b = 640$  (380, 250, 120) мм, шт. с м<sup>3</sup> стены.

Количество кирпича в штуках на один этаж здания

$$N_{кир} = \sum n_i$$

Количество кирпича на все здание рассчитывается перемножением количества кирпича на один этаж здания на число



этажей, указанных в задании для своего варианта выполнения (табл. 1.1).

Количество раствора в кубических метрах на один этаж здания стены  $b = 640$  (380, 250, 120) мм

$$V_i = v_i N_{\text{расх.рi}}$$

где  $N_{\text{расх.рi}}$  – норма расхода раствора на  $1 \text{ м}^3$  стены  $b = 640$  (380, 250, 120) мм,  $\text{м}^3/\text{м}^3$  стены.

Количество раствора в кубических метрах на один этаж здания

$$V_{\text{раст}} = \sum v_i$$

Количество раствора на все здание рассчитывается перемножением количества раствора на один этаж здания на число этажей, указанных в задании для своего варианта выполнения (табл. 1.1).

Транспортировка кирпича к месту укладки производится на поддонах, раствора – в бункерах с помощью башенного крана с максимальной грузоподъемностью до 10 т. Вместимость поддона и бункера для дальнейшего определения их количества в зависимости от расхода кирпича и раствора на один этаж и на все здание – табл. 1.1, высота этажа и их количество в здании – также по заданию согласно табл. 1.1.

Полученные данные  $N_{\text{кир}}$ ,  $V_{\text{раст}}$  на один этаж и на все здание отражаются в графе 4 табл. 3.1.

## 2.2. Определение трудовых затрат такелажников

Трудовые затраты такелажников подсчитываются исходя из количества требуемых материалов и норм затрат труда  $N_{\text{вр}}$ , принятых на транспортировку кирпича и раствора, по [1–3]. Продолжительность рабочего дня на всех видах работ  $t_{\text{см}} = 8$  ч. Расчет ведется на один этаж и на все здание.

Затраты труда такелажников на один этаж здания

$$Q_{\text{так}} = Q_{\text{под.кир}} + Q_{\text{под.раст}}$$

где  $Q_{\text{под.кир}}$  – затраты труда на подачу кирпича, чел.дн.

$$Q_{\text{под.кир}} = (N_{\text{вр}} N_{\text{кир}}) / t_{\text{см}}$$

$Q_{\text{под.раст}}$  – затраты труда на погрузку раствора, чел.дн.

$$Q_{\text{под.раст}} = (N_{\text{вр}} V_{\text{раст}}) / t_{\text{см}}$$

Трудовые затраты такелажников на все здание рассчитываются по соответствующему количеству кирпича и раствора и количеству этажей здания.

Полученные данные заносятся в калькуляцию в графу 6

(табл. 3.1) – трудоемкость на весь объем в человекоднях – согласно [1–3].

### 2.3. Определение трудовых затрат бригады каменщиков и строительных рабочих

Трудовые затраты бригады каменщиков рассчитываются из объемов кладок стен, принятых по варианту, и норм затрат труда  $H_{вр}$  на выполнение каменной кладки стен по [1–3]. При нормировании труда каменщиков необходимо учитывать вид принятого раствора. Расчет ведется на один этаж и на все здание.

Затраты труда бригады каменщиков на один этаж здания

$$Q_{кам} = Q_{640} + Q_{380} + Q_{250} + Q_{120},$$

где  $Q_{640}$  – затраты труда на возведение одного этажа каменной кладки наружной стены средней сложности, с проемами «с расшивкой», толщиной 2,5 кирпича / 640 мм, чел.дн.

$$Q_{640} = (H_{вр} v_{640}) / t_{см};$$

$Q_{380}$  – затраты труда на возведение одного этажа каменной кладки простых внутренних стен, с проемами «под штукатурку», толщиной 1,5 кирпича / 380 мм, чел.дн.

$$Q_{380} = (H_{вр} v_{380}) / t_{см};$$

$Q_{250}$  – затраты труда на возведение одного этажа каменной кладки простых внутренних стен, с проемами «под штукатурку», толщиной 1 кирпич / 250 мм, чел.дн.

$$Q_{250} = (H_{вр} v_{250}) / t_{см};$$

$Q_{120}$  – затраты труда на возведение одного этажа каменной кладки простых перегородок, с проемами «под штукатурку», толщиной 0,5 кирпича / 120 мм, чел.дн.

$$Q_{120} = (H_{вр} v_{120}) / t_{см}.$$

Трудовые затраты строительных рабочих подсчитываются с учетом числа брусковых переемычек над оконными и дверными проемами, количества лестничных маршей и лестничных площадок, принятых по варианту, норм затрат труда  $H_{вр}$  на укладку брусковых переемычек над оконными и дверными проемами и установку лестничных маршей и лестничных площадок – по [1–3]. Расчет ведется на один этаж и на все здание.

Затраты труда строительных рабочих на один этаж здания

$$Q_{раб} = Q_{пер} + Q_{м.п},$$

где  $Q_{пер}$  – затраты труда строительных рабочих на укладку брусковых переемычек над оконными и дверными проемами, чел.дн.

$$Q_{пер} = (H_{вр} N_{пер}) / t_{см};$$

$Q_{м.п}$  – затраты труда строительных рабочих на установку каркасно-панельных лестничных маршей и укладку панелей лестничных площадок, чел.дн.

$$Q_{м.п} = (N_{вр} N_{м.п}) / t_{см}$$

Трудовые затраты каменщиков и строительных рабочих на все здание рассчитываются исходя из соответствующего количества материала и количества этажей здания. Полученные данные заносятся в калькуляцию в графу 6 табл. 3.1 – трудоемкость на весь объем в человекоднях – согласно [1–3].

## 2.4. Определение продолжительности работ башенного крана и бригады каменщиков

Продолжительность работы крана и бригады каменщиков принимается равной из условия непрерывной технологии возведения здания. Продолжительность работ по возведению одного этажа здания определяется через работу башенного крана при полной загрузке, обслуживающего бригаду каменщиков и выполняющего во время каменной кладки подачу кирпича и раствора, монтаж брусковых перемычек над оконными и дверными проемами, монтаж лестничных маршей и укладку панелей лестничных площадок, а также прочие погрузочно-разгрузочные работы. Затраты машинного времени погрузочно-разгрузочных работ определяются по заданию как количество машиноосмен крана на подачу дополнительных материалов в процентах от числа машиноосмен на подачу кирпича и раствора на коэффициент  $k$  (коэффициент на подачу дополнительных материалов в процентах от  $Q_{м.так}^M$ ).

Нормативная продолжительность возведения одного этажа здания

$$T_{норм} = (Q_{м.так}^M + Q_{м.раб}^M + Q_{м.доп}^M) / N_{кр},$$

где  $Q_{м.так}^M$  – затраты машинного времени работы крана на подачу кирпича и раствора, маш.см.

$$Q_{м.так}^M = Q_{м.под.кир}^M + Q_{м.под.раст}^M;$$

$Q_{м.раб}^M$  – затраты машинного времени работы крана на укладку брусковых перемычек над оконными и дверными проемами, установку каркасно-панельных лестничных маршей и укладку плит лестничных площадок, маш.см.

$$Q_{м.раб}^M = Q_{м.пер}^M + Q_{м.п.л}^M;$$

$Q_{м.доп}^M$  – затраты машинного времени работы крана на подачу дополнительных материалов, маш.см.

$$Q_{м.доп}^M = Q_{м.так}^M k;$$

$N_{кр}$  – количество кранов, работающих на строитель-

ной площадке, шт.  $N_{кр} = 1$  шт.

Проектная продолжительность  $T_{пр}$  возведения одного этажа здания при условии полной загрузки работы крана определяется округлением дробного числа  $T_{норм}$  в сторону уменьшения до целого числа.

Коэффициент выполнения норм выработки

$$K_{в.н} = (T_{норм} / T_{пр}) 100 \%$$

Продолжительность работ по возведению всего здания определяется из соответствующих затрат машинного времени.

## 2.5. Определение численного состава бригады и звеньев каменщиков

Численный состав бригады каменщиков

$$N_{кам} = Q_{кам} / T_{пр}$$

В соответствии с соотношением объемов кладок в 2,5; 1,5; 1; 0,5 кирпича к суммарному объему в процентах необходимо разделить бригаду каменщиков на звенья по видам кладок. Таким образом, состав бригады будет равен общей численности каменщиков отдельных звеньев.

## 2.6. Определение высоты яруса кладки, размеров делянок и общего фронта работ бригады каменщиков

Высота яруса кладки на одной захватке в смену в метрах

$$h_{яр} = (H_{эт} N_{захв}) / T_{пр}$$

где  $H_{эт}$  – высота этажа, м (принимается по заданию);  $N_{захв}$  – число захваток на этаже, шт. (принимается по заданию).

Размер делянки для звена каменщиков в метрах

$$L_i = (N_i t_{см} K_{пр} K_{в.н}) / (N_{врi} b_i h_{яр})$$

где  $N_i$  – численный состав звена каменщиков, чел.;  $K_{пр}$  – коэффициент проемности стен (см. задание);  $K_{в.н}$  – коэффициент выполнения норм выработки (см. расчет продолжительности работ каменщиков);  $N_{врi}$  – нормативные трудовые затраты на 1 м<sup>3</sup> кладки стен толщиной  $b_i$ , чел.дн.;  $b_i$  – толщина стены, м.

Общий фронт работ бригады каменщиков в метрах

$$L_{фр} = \sum L_i$$

## 3. КАЛЬКУЛЯЦИЯ ТРУДОВЫХ ЗАТРАТ И ЗАТРАТ

## МАШИННОГО ВРЕМЕНИ

Калькуляция затрат труда составляется на основе объемов работ, принятых способов производства работ и сборников [1–3].

В графе 1 (табл. 3.1) указывается параграф ЕНиР, номер таблицы, строки и столбца, откуда взят норматив. Здесь же указываются коэффициенты, отражающие условия производства работ. В графе 2 дается описание работ с указанием факторов, влияющих на величину нормативов; в графе 3 указывается единица измерения, принятая по ЕНиР; в графе 4 – объем работ в этих единицах.

В графах 6, 8 приводятся затраты труда и затраты машинного времени, получаемые перемножением графы 5 или графы 7 на графу 4 с последующим делением результата на продолжительность смены (8 ч). В графе 9 указывается состав звена согласно расчетам и ЕНиР.

Калькуляция затрат труда и затрат машинного времени выполняется на все здание по форме табл. 3.1. Последовательность работ, входящих в калькуляцию:

- подача кирпича на поддонах башенным краном грузоподъемностью до 10 т;
- подача раствора в бункерах башенным краном грузоподъемностью до 10 т;
- кирпичная кладка наружных стен толщиной 2,5 кирпича / 640 мм;
- кирпичная кладка внутренних стен толщиной 1,5 кирпича / 380 мм;
- кирпичная кладка внутренних стен толщиной 1 кирпич / 250 мм;
- кирпичная кладка перегородок толщиной 0,5 кирпича / 120 мм;
- укладка брусовых перемычек над оконными и дверными проемами;
- установка лестничных маршей и укладка панелей лестничных площадок.

Пример составления калькуляции затрат труда и затрат машинного времени представлен в прил. 2.

Таблица 3.1 - Калькуляция затрат труда и затрат машинного времени

Обоснование по ЕНИР	Наименование работ	Объемы работ		Трудоемкость работ		Затраты труда машинного времени		Состав звена
		Ед. изм.	Кол-во	на ед. продукции, чел.ч	на весь объем, чел.дн.	на ед. продукции, маш.ч.	на весь объем, маш.см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

## 4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КАМЕННЫХ РАБОТ

1. Нормативная продолжительность работ на возведение здания  $T_{\text{норм}}$  в днях.
2. Проектная продолжительность работ на возведение здания  $T_{\text{пр}}$  в днях.
3. Производительность каменных работ
4.  $P = (T_{\text{норм}} / T_{\text{пр}}) 100 \%$ .
5. Трудовые затраты и затраты машинного времени на возведение здания  $\Sigma Q$ ,  $\Sigma Q_{\text{маш}}$  в днях.

После определения технико-экономических показателей сделать вывод по полученным данным.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *ЕНИР*. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы / Госстрой СССР. М., 1986. 26 с.
2. *ЕНИР*. Сборник Е3. Каменные работы / Госстрой СССР. М., 1989. 30 с.
3. *ЕНИР*. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М., 1987. 65 с.
4. *Самойлов В. С.* Справочник строителя. М., 2004. 480 с.
5. *Сборщиков С. Б.* Технология строительных процессов : учеб. Пособие для вузов (специальность 270102 «Промышленное и гражданское строительство» направления 270100 «Строи-

тельство»). М., 2009. 184 с.

6. *Технология* строительных процессов : учебник / А. А. Афанасьев [и др.]; под ред. Н. Н. Данилова и О. М. Терентьева. – 2-е изд., перераб. М., 2000. 464 с.

7. *Теличенко В. И., Терентьев О. М., Лапидус А. А.* Технология строительных процессов : учеб. для вузов (направление 550100 «Строительство»). М., 2007. 512 с.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Пример расчета

#### Исходные данные для выполнения расчетной части

Количество этажей – 5.

Высота этажа  $H_{эт} = 2,8$  м.

Объем кладки стен на этаж при толщине стены 640 мм  $V_{640} = 395$  м<sup>3</sup>.

Объем кладки стен на этаж при толщине стены 380 мм  $V_{380} = 175$  м<sup>3</sup>.

Объем кладки стен на этаж при толщине стены 250 мм  $V_{250} = 62$  м<sup>3</sup>.

Объем кладки стен на этаж при толщине стены 120 мм  $V_{120} = 30$  м<sup>3</sup>.

Вид раствора – известково-цементный.

Вместимость поддона для кирпичей – 300 кирпичей.

Вместимость бункера для раствора – 0,25 м<sup>3</sup>.

Количество брусковых перемычек для проемов на этаж  $N_{пер} = 82$  шт.

Масса брусковой перемычки – до 1 т.

Количество лестничных маршей и площадок  $N_{м.п} = 24$  шт.

Масса лестничного марша и площадки – до 2,5 т.

Коэффициент проемности стен  $K_{пр} = 1,08$ .

Количество захваток на этаже  $n_{захв} = 3$  шт.

Коэффициент на подачу дополнительных материалов  $k = 15$  %.

### Решение

1. Определение количества строительного материала

1.1. Возведение одного этажа здания

Нормы расхода кирпича и раствора на 1 м<sup>3</sup> стен и пере-

городок определяем по формулам, приведенным в 2.1.

Количество кирпича, необходимого для возведения стены толщиной 640 мм:

$$n_{640} = V_{640} N_{расх640} = 39 \cdot 392 = 154\,840 \text{ шт.}$$

Количество кирпича, необходимого для возведения стены толщиной 395 мм:

$$n_{380} = V_{380} N_{расх380} = 175 \cdot 395 = 69\,125 \text{ шт.}$$

Количество кирпича, необходимого для возведения стены толщиной 250 мм:

$$n_{250} = V_{250} N_{расх250} = 62 \cdot 400 = 24\,800 \text{ шт.}$$

Количество кирпича, необходимого для возведения стены толщиной 120 мм:

$$n_{120} = V_{120} N_{расх120} = 30 \cdot 50 = 1\,500 \text{ шт.}$$

Количество раствора, необходимого для возведения стены толщиной 640 мм:

$$V_{640} = V_{640} N_{расх640} = 395 \cdot 0,245 = 96,775 \text{ м}^3.$$

Количество раствора, необходимого для возведения стены толщиной 395 мм:

$$V_{380} = V_{380} N_{расх380} = 175 \cdot 0,234 = 40,95 \text{ м}^3.$$

Количество раствора, необходимого для возведения стены толщиной 250 мм:

$$V_{250} = V_{250} N_{расх250} = 62 \cdot 0,221 = 13,702 \text{ м}^3.$$

Количество раствора, необходимого для возведения стены толщиной 120 мм:

$$V_{120} = V_{120} N_{расх120} = 30 \cdot 0,0227 = 0,681 \text{ м}^3.$$

Количество кирпича на один этаж здания

$$N_{кир} = \sum n_i = 154\,840 + 69\,125 + 24\,800 + 1\,500 = 250\,265$$

шт.

$$\text{Необходимое количество поддонов} = 250\,265 / 300 = 835$$

шт.

Количество раствора на один этаж здания

$$V_{раст} = \sum V_i = 96,775 + 40,95 + 13,702 + 0,681 = 152,108 \text{ м}^3.$$

$$\text{Необходимое количество бункеров} = 152,108 / 0,25 = 609$$

шт.

## 1.2. Возведение пятиэтажного здания



Количество кирпича на все здание

$$N_{\text{кир}} = 250265 \cdot 5 = 1\,251\,325 \text{ шт.}$$

Необходимое количество поддонов =  $1\,251\,325 / 300 = 4\,171$  шт.

Количество раствора на все здание

$$V_{\text{раст}} = 152,108 \cdot 5 = 760,54 \text{ м}^3.$$

Необходимое количество бункеров =  $760,54 / 0,25 = 3\,043$  шт.

## 2. Определение трудовых затрат такелажников

### 2.1. Возведение одного этажа здания

Согласно ЕНиР § Е1–7 находим  $N_{\text{вр}}$  на подачу материалов башенным краном, грузоподъемностью до 10 т при высоте подъема 2,8 м, количестве кирпичей на поддоне до 300 шт., количестве раствора в бункере до 0,25 м<sup>3</sup>. Далее по формулам, приведенным в 2.2, определяем затраты труда такелажников на подачу кирпича и раствора.

$$Q_{\text{под.кир}} = (N_{\text{вр}} N_{\text{кир}}) / t_{\text{см}} = (0,5 \cdot 250,27) / 8 = 15,64 \text{ чел.дн.}$$

$Q_{\text{под.раст}} = (N_{\text{вр}} V_{\text{раст}}) / t_{\text{см}} = (0,54 \cdot 152,11) / 8 = 10,27$  чел.дн.

$$Q_{\text{так}} = Q_{\text{под.кир}} + Q_{\text{под.раст}} = 15,64 + 10,27 = 25,91 \text{ чел.дн.}$$

### 2.2. Возведение пятиэтажного здания

Высота здания 14 м (при высоте этажа 2,8 м).

Согласно ЕНиР § Е1–7 находим  $N_{\text{вр}}$  на подачу материалов башенным краном, грузоподъемностью до 10 т при высоте подъема 14 м, количестве кирпичей на поддоне до 300 шт., количестве раствора в бункере до 0,25 м<sup>3</sup>. Далее по формулам, приведенным в 2.2, определяем затраты труда такелажников на подачу кирпича и раствора.

$$Q_{\text{под.кир}} = (N_{\text{вр}} N_{\text{кир}}) / t_{\text{см}} = ((0,5 + (0,078 \cdot 2)) / 6) \cdot 1\,251,33 / 8 = 82,27 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{\text{под.раст}} = (N_{\text{вр}} V_{\text{раст}}) / t_{\text{см}} = ((0,54 + (0,11 \cdot 2)) / 6) \cdot 760,54 / 8 = 54,82 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{\text{так}} = Q_{\text{под.кир}} + Q_{\text{под.раст}} = 82,27 + 54,82 = 137,09 \text{ чел.дн.}$$

3. Определение трудовых затрат бригады каменщиков и строительных рабочих

### 3.1. Возведение одного этажа здания

Для определения трудовых затрат бригады каменщиков необходимо найти Нвр согласно ЕНиР § Е3–3. Кладка стен ведется на известково-цементном растворе и поэтому необходимо Нвр умножить на 0,87. Далее расчет ведем по формулам, приведенным в 2.3, для каждого вида стен отдельно.

$Q_{640} = (N_{вр} v_{640}) / t_{см} = (3,2 \cdot 0,87 \cdot 395) / 8 = 137,46$  чел.дн.

$Q_{380} = (N_{вр} v_{380}) / t_{см} = (3,2 \cdot 0,87 \cdot 175) / 8 = 60,9$  чел.дн.

$Q_{250} = (N_{вр} v_{250}) / t_{см} = (3,7 \cdot 0,87 \cdot 62) / 8 = 24,95$  чел.дн.

$Q_{120} = (N_{вр} v_{120}) / t_{см} = (0,66 \cdot 0,87 \cdot 1,2 \cdot 30) / 8 = 2,58$  чел.дн.

Общая трудоемкость трудовых затрат бригады каменщиков

$Q_{кам} = Q_{640} + Q_{380} + Q_{250} + Q_{120} = 137,47 + 60,9 + 24,95 + 2,58 = 225,9$  чел.дн.

Для определения трудовых затрат строительных рабочих необходимо найти Нвр согласно ЕНиР § Е3–16 и ЕНиР § Е4–10. При нахождении Нвр учитываются условия задания. Согласно условию задания масса брусковых перемычек на один проем – до 1 т, а масса каркасно-панельных лестничных маршей и плит лестничных площадок – до 2,5 т.

Далее расчет ведем по формулам, приведенным в 2.3, для укладки брусковых перемычек, установки лестничных маршей и укладки лестничных площадок отдельно.

$Q_{пер} = (N_{вр} N_{пер}) / t_{см} = (0,66 \cdot 82) / 8 = 6,77$  чел.дн.

$Q_{м.п} = (N_{вр} N_{м.п}) / t_{см} = (2,2 \cdot 24) / 8 = 6,6$  чел.дн.

$Q_{раб} = Q_{пер} + Q_{м.п} = 6,77 + 6,6 = 13,37$  чел.дн.

### 3.2. Возведение пятиэтажного здания

Определяем трудовые затраты бригады каменщиков по формулам, приведенным в 2.3, для каждого вида стен отдельно.

$Q_{640} = (N_{вр} v_{640} N_{эт}) / t_{см} = (3,2 \cdot 0,87 \cdot 395 \cdot 5) / 8 = 687,3$  чел.дн.

$$Q_{380} = (N_{вр} v_{380} N_{ЭТ}) / t_{см} = (3,2 \cdot 0,87 \cdot 175 \cdot 5) / 8 = 304,5 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{250} = (N_{вр} v_{250} N_{ЭТ}) / t_{см} = (3,7 \cdot 0,87 \cdot 62 \cdot 5) / 8 = 124,75 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{120} = (N_{вр} v_{120} N_{ЭТ}) / t_{см} = (0,66 \cdot 0,87 \cdot 1,2 \cdot 30 \cdot 5) / 8 = 12,9 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{кам} = Q_{640} + Q_{380} + Q_{250} + Q_{120} = 687,3 + 304,5 + 124,75 + 12,9 = 1\,129,45 \text{ чел.дн.}$$

Определяем трудовые затраты строительных рабочих по формулам, приведенным в 2.3, для укладки брусковых перемычек, установки лестничных маршей и укладки лестничных площадок отдельно.

$$Q_{пер} = (N_{вр} N_{пер} N_{ЭТ}) / t_{см} = (0,66 \cdot 82 \cdot 5) / 8 = 33,83 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{м.п} = (N_{вр} N_{м.п} N_{ЭТ}) / t_{см} = (2,2 \cdot 24 \cdot 5) / 8 = 33 \text{ чел.дн.}$$

$$Q_{раб} = Q_{пер} + Q_{м.п} = 33,83 + 33 = 66,83 \text{ чел.дн.}$$

4. Определение продолжительности работ башенного крана и бригады каменщиков

#### 4.1. Возведение одного этажа здания

Согласно условию задания затраты машинного времени погрузочно-разгрузочных работ определяются в процентном отношении от количества машиносмен крана на подачу кирпича и раствора. Процентное отношение показывает коэффициент  $k$ , равный 15 %.

Определяем продолжительность работ башенного крана и бригады каменщиков по формулам, приведенным в 2.4, в качестве нормативной продолжительности  $T_{норм}$ , проектной продолжительности  $T_{пр}$  и коэффициента выполнения норм выработки  $K_{в.н.}$

$$t_{см} = Q_{так}^M = Q_{под.кир}^M + Q_{под.раст}^M = (N_{вр}^M N_{кир}) / t_{см} + (N_{вр}^M V_{раст}) / t_{см} =$$

$$= (0,25 \cdot 250,27) / 8 + (0,27 \cdot 152,11) / 8 = 12,95 \text{ маш.см.}$$

$$Q_{раб}^M = Q_{пер}^M + Q_{м.п}^M = (N_{вр}^M N_{пер}) / t_{см} + (N_{вр}^M N_{м.п}) / t_{см} =$$

$$= (0,22 \cdot 82) / 8 + (0,55 \cdot 24) / 8 = 3,91 \text{ маш.см.}$$

$$Q_{доп}^M = Q_{так}^M \cdot k = 12,95 \cdot 0,15 = 1,94 \text{ маш.см.}$$

$$T_{\text{норм}} = (Q_{\text{так}}^M + Q_{\text{раб}}^M + Q_{\text{доп}}^M) / N_{\text{кр}} = 12,95 + 3,91 + 1,94 = 18,8 / 1 = 18,8 \text{ см.}$$

Проектная продолжительность на возведение одного этажа здания принимается равной  $T_{\text{пр}} = 18 \text{ см.}$

$$K_{\text{в.н}} = (T_{\text{норм}} / T_{\text{пр}}) \cdot 100 \% = 18,8 / 18 = 104 \%.$$

#### 4.2. Возведение пятиэтажного здания

Определяем продолжительность работ башенного крана и бригады каменщиков по формулам, приведенным в 2.4, в качестве нормативной продолжительности  $T_{\text{норм}}$ , проектной продолжительности  $T_{\text{пр}}$  и коэффициента выполнения норм выработки  $K_{\text{в.н}}$ .

$$Q_{\text{так}}^M = Q_{\text{под.кир}}^M + Q_{\text{под.раст}}^M = (H_{\text{вр}}^M N_{\text{кир}} N_{\text{эт}}) / t_{\text{см}} + (H_{\text{вр}}^M V_{\text{раст}} N_{\text{эт}}) / t_{\text{см}} =$$

$$= ((0,25 + (0,039 \cdot 2)) / 6 \cdot 250,27 \cdot 5) / 8 + ((0,27 + (0,055 \cdot 2)) / 6) 152,11 \cdot 5) / 8 = 68,55 \text{ маш.см.}$$

$$Q_{\text{раб}}^M = Q_{\text{пер}}^M + Q_{\text{м.л}}^M = (H_{\text{вр}}^M N_{\text{пер}} N_{\text{эт}}) / t_{\text{см}} + (H_{\text{вр}}^M N_{\text{м.л}} N_{\text{эт}}) / t_{\text{см}} =$$

$$= (0,22 \cdot 82 \cdot 5) / 8 + (0,55 \cdot 24 \cdot 5) / 8 = 19,55 \text{ маш.см.}$$

$$Q_{\text{доп}}^M = Q_{\text{так}}^M k = 68,55 \cdot 0,15 = 10,28 \text{ маш.см.}$$

$$T_{\text{норм}} = (Q_{\text{так}}^M + Q_{\text{раб}}^M + Q_{\text{доп}}^M) / N_{\text{кр}} = 68,55 + 19,55 + 10,28 = 98,38 / 1 = 98,38 \text{ см.}$$

Проектная продолжительность на возведение одного этажа здания принимается равной  $T_{\text{пр}} = 95 \text{ см.}$

$$K_{\text{в.н}} = T_{\text{норм}} / T_{\text{пр}} \cdot 100 \% = 98,38 / 95 = 104 \%.$$

5. Определяем численного состава бригады и звеньев каменщиков на возведение одного этажа здания

Определяем численный состав бригады и звеньев каменщиков по формулам, приведенным в 2.5.

$$N_{\text{кам}} = Q_{\text{кам}} / T_{\text{пр}} = 225,9 / 18 = 13 \text{ чел.}$$

$$\text{Объем всех кладок на этаже} = 395 + 175 + 62 + 30 = 662 \text{ м}^3.$$

Расчет ведется с помощью пропорции по каждому виду кладки.

Кладка в 2,5 кирпича:

$$662 - 100 \%$$

$$395 - X \Rightarrow X = (395 \cdot 100) / 662 = 60 \%$$

Кладка в 1,5 кирпича:

$$662 - 100 \%$$

$$175 - X \Rightarrow X = (175 \cdot 100) / 662 = 26 \%$$

Кладка в 1 кирпич:

$$662 - 100 \%$$

$$62 - X \Rightarrow X = (62 \cdot 100) / 662 = 9 \%$$

Кладка в 0,5 кирпича:

$$662 - 100 \%$$

$$30 - X \Rightarrow X = (30 \cdot 100) / 662 = 5 \%$$

Расчет числа каменщиков ведется с помощью пропорции по каждому виду кладки.

Кладка в 2,5 кирпича:

$$13 - 100 \%$$

$$X - 60 \% \Rightarrow X = (13 \cdot 60) / 100 = 8 \text{ чел.}$$

Кладка в 1,5 кирпича:

$$13 - 100 \%$$

$$X - 26 \% \Rightarrow X = (13 \cdot 26) / 100 = 3 \text{ чел.}$$

Кладки в 1,5 и 0,5 кирпича:

$$13 - 100 \%$$

$$X - (9 + 5)\% \Rightarrow X = (13 \cdot (9 + 5)) / 100 = 2 \text{ чел.}$$

6. Определение высоты яруса кладки, размеров делянок и общего фронта работ бригады каменщиков

Принимается по заданию  $n_{\text{захв}} = 3$  шт.,  $T_{\text{пр}} = 1,08$ . Определяем высоту яруса кладки, размеры делянок для каждого вида кладки и общий фронт работ бригады каменщиков по формулам, приведенным в 2.6.

$$h_{\text{яр}} = (H_{\text{эт}} n_{\text{захв}}) / T_{\text{пр}} = (2,8 \cdot 3) / 1,08 = 0,47 \text{ м.}$$

$$L_{640} = (N_{640} t_{\text{см}} K_{\text{пр}} K_{\text{в.н}}) / (H_{\text{вр640}} b_{640} h_{\text{яр}}) = (8 \cdot 8 \cdot 1,08 \cdot 1,04) / (3,2 \cdot 0,87 \cdot 0,64 \cdot 0,47) = 85,84 \text{ м.}$$

$$L_{380} = (N_{380} t_{\text{см}} K_{\text{пр}} K_{\text{в.н}}) / (H_{\text{вр380}} b_{380} h_{\text{яр}}) = (3 \cdot 8 \cdot 1,08 \cdot 1,04) / (3,2 \cdot 0,87 \cdot 0,38 \cdot 0,47) = 54,21 \text{ м.}$$

$$L_{250;120} = (N_{250;120} t_{\text{см}} K_{\text{пр}} K_{\text{в.н}}) / (H_{\text{вр250;120}} b_{250;120} h_{\text{яр}}) = (2 \cdot 8 \cdot 1,08 \cdot 1,04) / ((3,2 + 3,7) / 2 \cdot 0,87 \cdot (0,25 + 0,12) / 2 \cdot 0,47) = 11,27 \text{ м.}$$

$$L_{\text{фр}} = \sum L_i = 85,84 + 54,21 + 11,27 = 151,32 \text{ м.}$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Пример составления калькуляции на все здание

Обоснование по ЕНиР	Наименование работ	Объемы работ		Трудоемкость работ		Затраты труда машинного времени		Примечание
		Ед. изм.	Кол-во	На ед. продукции, чел.ч	На весь объем, чел.дн.	На ед. продукции, маш.ч	На весь объем, маш.см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
§ 1–7 3а, 3б	Подача кирпича башенным краном грузоподъемностью до 10 т на поддоне до 300 шт. при высоте подъема до 12 м	1 000 шт.	1 251,33	$(0,5 + (0,078 \cdot 2)) / 6$	82,27	$(0,25 + (0,039 \cdot 2)) / 6$	41,14	Машинист 5-го разр. – 1 чел. Такелажник 2-го разр. – 2 чел.
§ 1–7 9а, 9б	Подача раствора башенным краном грузоподъемностью до 10 т в бункерах емкостью до 0,25 м <sup>3</sup> при высоте подъема до 12 м	м <sup>3</sup>	760,54	$(0,54 + (0,11 \cdot 2)) / 6$	54,82	$(0,27 + (0,055 \cdot 2)) / 6$	27,41	Машинист 5-го разр. – 1 чел. Такелажник 2-го разр. – 2 чел.
§ 3–3 8в k = 0,87	Обычная кладка наружных стен толщиной 2,5 кирпича средней сложности с проемами с расшивкой на известково-цементном растворе	м <sup>3</sup>	1 975	$3,2 \cdot 0,87$	687,3	-	-	Каменщик 4-го разр. – 1 чел. Каменщик 3-го разр. – 1 чел.
§ 3–3 3б k = 0,87	Обычная кладка внутренних стен толщиной 1,5 кирпич простых с проемами под штукатурку на известково-цементном растворе	м <sup>3</sup>	875	$3,2 \cdot 0,87$	304,5	-	-	Каменщик 3-го разр. – 2 чел.

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9
§ 3–3 16 k = 0,87	Обычная кладка внутренних стен толщиной 1 кирпич простых с проемами под штукатурку на известково-цементном растворе	м <sup>3</sup>	310	3,7 · 0,87	124,75	-	-	Каменщик 3-го разр. – 2 чел.
§ 3–12 2 k = 0,87 k = 1,2	Устройство кирпичных перегородок толщиной 0,5 кирпича с проемами под штукатурку на известково-цементном растворе	м <sup>3</sup>	150	0,66 · 0,87 · 1,2	12,9	-	-	Каменщик 4-го разр. – 1 чел. Каменщик 2-го разр. – 1 чел.
§ 3–16 2а, 2б	Укладка брусовых перемычек массой до 1,0 т	Проем	410	0,66	33,83	0,22	11,28	Каменщик 4-го разр. – 1 чел. Каменщик 3-го разр. – 1 чел. Каменщик 2-го разр. – 1 чел. Крановщик 5-го разр. – 1 чел.
§ 4-1-10 2а, 2б	Установка каркасно-панельных лестничных маршей и укладка плит лестничных площадок массой до 2,5 т	Элемент	120	2,2	33	0,55	8,25	Монтажник 4-го разр. – 1 чел. Монтажник 3-го разр. – 1 чел. Монтажник 2-го разр. – 1 чел. Крановщик 6-го разр. – 1 чел.
				Σ =	1 333,37	Σ =	88,08	