

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Клочков Юрий Сергеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.09.2026 10:26:34
Уникальный программный идентификатор:
3beb265d5d589e7ff4c954946f3ad99a1e70ac12

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Строительный институт

Кафедра «Строительное производство»

**РАЗРАБОТКА
ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ
НА ВОЗВЕДЕНИЕ ОБЪЕКТА**

Методические указания по курсовому проектированию
для обучающихся направления подготовки
08.03.01 «Строительство»
всех форм обучения

Составитель ***А. П. Шестакова,***
кандидат экономических наук, доцент

Тюмень
ТИУ
2019

Разработка графика производства работ на возведение объекта: методические указания по курсовому проектированию для обучающихся направления подготовки 08.03.01 «Строительство» всех форм обучения / сост. А. П. Шестакова; Тюменский индустриальный университет. – Тюмень: Издательский центр БИК ТИУ, 2019. – 46 с. – Текст: непосредственный.

Методические указания рассмотрены и рекомендованы к изданию на заседании кафедры строительного производства «05» ноября 2019 года, протокол № 4

Аннотация

Методические указания «Разработка графика производства работ на возведение объекта» предназначены для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство». В методических указаниях в полном объеме представлен теоретический материал, необходимый для построения календарного плана строящегося объекта, приведены примеры решения практических задач по разделам календарного плана: определение нормативной продолжительности строительства, подсчет объемов работ, выбор монтажного крана, подбор квалификационно-численного состава бригады строителей, составление калькуляции трудовых затрат и др.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
1.1 Назначение методических указаний	4
1.2 Общие указания	4
1.3 Требования к оформлению курсового проекта	5
1.4 Структура и содержание разделов курсового проекта	6
1.5 Порядок защиты курсового проекта	7
2. СОСТАВ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	8
3. РАСЧЕТ НОРМАТИВНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА	10
4. РАСЧЕТ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	14
4.1 Определение номенклатуры и объемов работ нулевого цикла	14
4.2 Подбор монтажного крана	19
4.3 Определение номенклатуры работ и объемов работ надземной части здания	25
4.4 Составление калькуляции трудовых затрат	30
5. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	33
5.1 Порядок разработки графика производства работ	33
5.2 Проектирование строительной бригады	35
5.3 Особенности возведения подземной части зданий	37
5.4 Особенности технологии возведения надземной части здания	38
5.5 Особенности производства работ отделочного цикла	39
5.6 Определение потребности в трудовых ресурсах	40
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ	43
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	45

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Назначение методических указаний

Курсовой проект является одним из основных видов учебных занятий и формой контроля учебной работы обучающихся. Целями выполнения курсового проекта являются систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, углубление теоретических знаний в соответствии с заданной темой, формирование умений применять теоретические знания при решении поставленных вопросов, развитие творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.

Настоящие методические указания предназначены для оказания методической помощи обучающимся по направлению 08.03.01 «Строительство» для всех профилей и форм обучения при разработке графика производства работ на возведение объекта в рамках курсового проекта.

Целью курсового проектирования является получение навыков по организационно-технологическому моделированию возведения зданий: разработка графика производства работ на возведение объекта, организационно-технологических схем, разработка и выбор рациональных методов производства работ при возведении отдельных частей здания или сооружения, определение потребности в материально-технических и трудовых ресурсах, составления исполнительной документации, составление калькуляции трудовых затрат.

1.2 Общие указания

Курсовой проект состоит из графической части, выполненной на листе формата А1 и пояснительной записки на 30-35 страницах формата А4, оформленной в соответствии с требованиями действующей нормативной документации. При необходимости допускается увеличение листа по длине и ширине кратно формату А4.

Курсовой проект выполняется обучающимся по вариантам исходных данных (таблица 1).

Исходными данными для проектирования являются паспорта типовых проектов.

Обучающийся может выполнять курсовой проект по индивидуальному заданию, утвержденному преподавателем.

Таблица 1

Варианты исходных данных

Последняя цифра шифра зачетной книжки	Характеристика типового проекта	Предпоследняя цифра шифра зачетной книжки	Город строительства
0	Жилая блок-секция рядовая 9-этажная	0	Тюмень
1	Административное здание	1	Тобольск
2	Пятиэтажное общежитие	2	Курган
3	Детский сад	3	Сургут
4	Общеобразовательная школа	4	Санкт-Петербург
5	Магазин смешанной торговли	5	Ишим
6	Спортивно-оздоровительный комплекс	6	Челябинск
7	Главный корпус производственной базы ремонтно-строительного участка	7	Екатеринбург
8	Цех железобетонных изделий	8	Новосибирск
9	Деревообрабатывающая мастерская	9	Уфа

1.3 Требования к оформлению курсового проекта

Графическая часть проекта выполняется карандашом на листе формата А1 в соответствии с правилами оформления чертежей. В правом нижнем углу листа располагается заполненный штамп.

На листе формата А1 располагаются:

- график производства работ строительства отдельно стоящего объекта;
- график движения рабочих;
- технико-экономические показатели.

Пояснительная записка состоит из сброшюрованных отдельных листов формата А4 (размер 297x210 мм), выполненных в соответствии с ГОСТ 2.105-95 ЕСКД «Общие требования к текстовым документам» и должна быть оформлена машинописным способом.

Буквенные и графические обозначения пояснительной записки должны соответствовать установленным стандартам.

Все иллюстрации (чертежи, схемы, рисунки), если их более одной нумеруют арабскими цифрами в пределах всего текста, например: рис.1, рис.2 и т.д.

Список использованной литературы должен содержать перечень источников использованных при выполнении курсового проекта. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с

требованиями ГОСТ 7.1-2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

1.4 Структура и содержание разделов курсового проекта

Графическая часть проекта представлена 1(1,5) листом формата А1 и включает в себя:

- График производства работ на возведение объекта;
- График движения рабочих;
- Техничко-экономические показатели.

Пояснительная записка содержит следующие разделы:

- Титульный лист;
- Содержание;
- Задание;
- Краткое описание конструктивных решений возводимого объекта;
- Краткое описание технологии и организации основных видов работ (земляные работы, устройство фундаментов, стен, перекрытий, кровли, отделочные работы);
- Проектирование земляного сооружения (котлована, траншеи, ямы);
- Определение номенклатуры работ, объемов и трудоемкости по видам работ (подземной части здания, надземной части здания, специальных работ (водопровод, канализация, электромонтажные, отопление и вентиляция);
- Составление калькуляции трудовых затрат;
- Выбор комплекта машин и механизмов для производства работ подземной и надземной частей здания;
- Ведомость инструментов, инвентаря, приспособлений и измерительных приборов для возведения здания или сооружения;
- Расчёт потребности в основных материалах, полуфабрикатах и конструкциях для возведения объекта;
- Ведомость допусков и отклонений при выполнении основных видов работ при возведении здания или сооружения (отрывка котлована, траншеи, устройство фундаментов, монтаж конструкций, возведение ограждающих конструкций);
- Перечень исполнительной документации при возведении надземной и подземной части здания;
- Техничко-экономические показатели;
- Список литературы.

1.5 Порядок защиты курсового проекта

Для работы над курсовым проектом обучающимся выделяют часы в учебном расписании для консультаций. На консультациях руководитель проверяет состояние работы над проектом, дает конкретные указания по преодолению встретившихся затруднений, анализирует типовые ошибки, помогает обучающимся понять допущенные ошибки и находить рациональный путь к решению вопросов.

Обучающийся обязан после каждого этапа проектирования представлять руководителю выполненные расчеты, схемотехнические решения и другие материалы на проверку. Руководитель проверяет все решения, указывает ошибки, неясности, недоработанные места и разъясняет, в каком направлении надо сделать исправления.

Защита состоит в коротком докладе (8 – 10 минут) обучающегося по выполненному проекту и в ответах на вопросы преподавателей. Обучающийся должен при защите проекта дать все объяснения по существу проекта. Доклад может быть выполнен в форме презентации.

Результаты защиты оцениваются в соответствии с принятой системой оценки знаний. При принятии решения об отметке должны учитываться полнота выполненных разделов, оригинальность принятых решений, качество доклада, ясность ответов на вопросы, соблюдение требований стандартов к графическим и текстовым документам.

Обучающемуся, получившему неудовлетворительную отметку при защите курсового проекта, по решению кафедры разрешается повторная защита этого же проекта или по новому заданию до начала экзаменационной сессии

2. СОСТАВ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

График производства работ (календарный план) – это документ по планированию, в котором на основе объёмов строительно-монтажных работ, принятых проектных, организационных и технологических решений определены последовательность и сроки осуществления строительства. Календарные планы разной степени детализации являются основными документами в составе проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР).

График производства работ по объекту в виде линейного или сетевого графика предназначен для определения последовательности и сроков выполнения общестроительных, специальных и монтажных работ, осуществляемых при возведении объекта. Эти сроки устанавливаются в результате рациональной увязки сроков выполнения отдельных видов работ, учета состава и количества основных ресурсов, в первую очередь рабочих бригад и ведущих механизмов, а также специфических условий района строительства, отдельной площадки и ряда других существенных факторов. [8, с.141]

График производства работ – это документ, согласно которому рассчитывают по времени потребность в материалах, конструкциях и изделиях, основных машинах и механизмах, сроки поставок всех видов оборудования.

Календарный план является исходным документом для ведения контроля за ходом работ и координации действий подрядных и субподрядных организаций. Сроки работ, определенные согласно календарному плану, используются в качестве отправных в более детальных плановых документах, например, в месячном оперативном плане.

Календарные планы строительства могут быть составлены в табличной форме, в виде циклограмм, линейных графиков (графиков Ганта), сетевых моделей. В табличной форме календарный план используется обычно в проектах организации строительства и в плановых документах для расчета финансирования строительства, распределения объемов работ и расхода материалов по периодам строительства.

Линейные графики являются наиболее наглядными, так как могут отражать продолжительность работ, но и их совмещение по времени, интенсивность, а также закрепление исполнителей.

График производства работ состоит из двух разделов: пояснительной записки и графической части. Прежде чем приступить к построению календарного плана и взаимоувязке работ во времени и пространстве, необходимо дать краткое описание технологии и организации основных видов работ (земляных работ, устройства фундаментов, стен, перекрытий, кровли, отделочных работ), определить организационно-технологическую последовательности возведения подземной и наземной частей здания, определить номенклатуру работ, выполнить все подготовительные расчеты в пояснительной записке.

В пояснительной записке содержится:

1. Краткое описание конструктивных решений возводимого объекта;
2. Организационно-технологическая схема возведения подземной части здания;
3. Организационно-технологическая схема возведения надземной части здания;
4. Номенклатура работ, объемов и трудоемкости по видам работ:
 - подземной части здания;
 - надземной части здания;
 - специальных работ (водопровод, канализация, электромонтажные, отопление и вентиляция).
5. Калькуляции трудовых затрат;
6. Техничко-экономические показатели и др.

Графическая часть представлена календарным планом производства работ, графиком движения рабочих, технико-экономических показателей, представленных в табличной форме.

3. РАСЧЕТ НОРМАТИВНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Календарный план является обязательным документом проекта организации строительства, и утверждается в составе проектно-сметной и рабочей документации заказчиком.

Нормативная продолжительность строительства определяется по СНиП 1.04.03-85* «Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений». Для некоторых регионов могут использоваться локальные нормы, например, для особых условий строительства в городе Москве применяются «Региональные нормы продолжительности строительства зданий и сооружений в городе Москве».

При определении продолжительности строительства объектов в различных природно-климатических районах страны должны применяться следующие коэффициенты, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Коэффициенты, учитывающие природно-климатический район места строительства

№ п/п	Природно-климатический район	Коэффициент
1	Магаданская обл.; побережье и острова Северного Ледовитого океана, Лещуконский, Мезенский, Пинежский районы и Ненецкий автономный округ Архангельской обл.; Камчатская обл.; Таймырский и Эвенкийский автономные округа Красноярского края; Чукотский автономный округ Магаданской обл.; Сахалинская обл.; Ханты-Мансийский автономный округ (севернее 60-й параллели); Ямало-Ненецкий автономный округ Тюменской обл.; Охотский район Хабаровского края; Якутия (севернее 60-й параллели)	1,6
2	Мурманская обл., за исключением Мурманска; гг. Дудинка, Игарка, Норильск и Туруханский район Красноярского края; Якутия (южнее 60-й параллели);	1,4
3	Амурская обл.; Архангельская обл., за исключением Архангельска и Северодвинска; Республика Бурятия, за исключением Улан-Удэ; Карелия за исключением Петрозаводска; Республика Коми, Мурманск; Иркутская, Новосибирская, Омская, Томская области и Красноярский край севернее Транссибирской железнодорожной магистрали, за исключением городов, расположенных на этой магистрали, а также Братска и Томска; Пермская обл. (севернее 60-й параллели); Приморский край, за исключением Владивостока и Находки; Тува; Ханты-Мансийский автономный округ (южнее 60-й параллели) Тюменской обл.; Хабаровский край, за исключением Комсомольска-на-Амуре, Советской Гавани и Хабаровска; Читинская обл., за исключением Читы.	1,2

Нормы продолжительности строительства объектов, приведенные в [4] предполагают выполнение строительно-монтажных работ основными строительными машинами в две смены, а остальных работ – в среднем в 1,5 смены; при организации всех работ в две смены необходимо учитывать коэффициент 0,9, а при работе в три смены – 0,8.

В результате разработки календарного плана определяется продолжительность возведения здания или сооружения, которая не должна превышать нормативную продолжительность строительства, т.е. должно соблюдаться условие $T_{пл} < T_{норм}$.

Пример 1. Определить нормативную продолжительность строительства 9-ти этажного жилого дома в кирпичном исполнении на свайных фундаментах (сваи марки С 80.30-8, 300 шт) общей площадью 5450м². Район строительства – город Тюмень.

Решение:

Согласно п.7 общих положений [4] продолжительность строительства определяется методом экстраполяции. Нормы продолжительности строительства могут быть определены исходя из приведенных данных продолжительности строительства жилого девятиэтажного кирпичного здания общей площадью 3000м² и 8000м² из расчета 8 и 11 мес. Соответственно (табл. 3).

Продолжительность строительства на единицу прироста общей площади равна

$$\frac{11 - 8}{8000 - 3000} = 0,0006 \text{ мес}$$

Прирост общей площади составляет

$$5450 - 3000 = 2450 \text{ м}^2$$

Тогда продолжительность строительства, определенная методом интерполяции будет равна

$$T_1 = 0,0006 \cdot 2450 + 8 = 9,5 \text{ мес}$$

При определении продолжительности строительства объекта дополнительно должно учитываться время на устройство свайных фундаментов (при длине свай более 6 м) из расчета 10 рабочих дней на каждые 100 свай. Увеличение продолжительности строительства с учетом возведения свайных фундаментов составит

$$T_2 = \frac{300 \cdot 10}{100} = 30 \text{ дней}$$

С учетом того, что в среднем в месяце 22 рабочих дня, увеличение срока строительства составит порядка 1,4мес.

Таким образом, нормативная продолжительность строительства, определенная по [4], составит

$$T_{\text{общ}} = 9,5 + 1,4 = 10,9 \text{ мес} \approx 11 \text{ мес}$$

Таблица 3

Нормы продолжительности строительства жилых зданий
(выписка из [4])

Объект	Характеристика	Норма продолжительности строительства, мес.				
		Об- щая	в том числе			
			подго- товительный период	подземная часть	надземная часть	отделка
Здание девятиэтажное	Общей площадью, м ² : 3000					
	крупнопанельное	5	1	1	2	1
	каркасно-панельное	7	1	1	4	1
	монолитное	7,5	1	1	4,5	1
	кирпичное и из мелких блоков	8	1	1	4,5	1,5
	8000					
	крупнопанельное	6,5	1	1	3,5	1
	каркасно-панельное	9	1	1	6	1
	монолитное	10,5	1	1	7	1,5
	кирпичное и из мелких блоков	11	1	1,5	6,5	2
	10000					
	крупнопанельное	7	1	1	4	1
	каркасно-панельное	10	1	1,5	6	1,5
	монолитное	11	1	1	7,5	1,5
	кирпичное и из мелких блоков	12	1	1,5	7,5	2

Пример 2. Определить продолжительность строительства завода по изготовлению строительных конструкций из стал мощностью 110 тыс.т конструкций в год. Район строительства Ямало-Ненецкий автономный округ Тюменской области.

Решение:

Согласно п. 7 [4] продолжительность строительства объектов, мощность которых отличается от приведенных в нормах и находится за пределами максимальных или минимальных значений норм, определяется экстраполяцией.

Продолжительность строительства завода, выпускающего 90 тыс. т/год сталеконструкций составляет 27 мес. (табл. 4).

Увеличение мощности проектируемого завода в сравнении с нормируемой составляет $110-90=20$ тыс. т/год, что соответствует 22%.

При этом, увеличение продолжительности строительства будет не прямо пропорционально увеличению мощности.

Увеличение нормативной продолжительности строительства составит:

$$22 \cdot 0,3 = 6,6\% \text{ или } 0,066 \cdot 27 = 1,8 \text{ мес}$$

где 0,3-это коэффициент, приведенный в [4] и применяемый в случае экстраполяции как за пределами максимальных, так и минимальных значений.

Таким образом продолжительность строительства составит:

$$T_n = 27 + 1,8 = 27,8 \text{ мес}$$

Общая продолжительность строительства с учетом природно-климатических условий строительства (Ямало-Ненецкий автономный округ, коэффициент 1,4 (таблица):

$$T_{\text{общ}} = 1,4 \cdot 27,8 = 38,9 \approx 39 \text{ мес}$$

Таблица 4

Нормы продолжительности строительства заводов по производству
строительных металлоконструкций
(выписка из [4])

Объект	Характеристика	Норма продолжительности строительства, мес.		
		Общая	В том числе	
			подготовительный период	монтаж оборудования
Завод строительных стальных конструкций	В составе: производственного и административно-бытового корпусов, складов и складских площадок, вспомогательных зданий, сооружений производственного, транспортного и инженерного обеспечения. Мощность, тыс. т/год:			
	20	18	2	9
				9–17
	60	21	3	10
				11–20
	90	27	4	13
				14–26

4. РАСЧЕТ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

4.1 Определение номенклатуры и объемов работ нулевого цикла

Приступая к определению объемов работ, необходимо проанализировать архитектурно-планировочную и расчетно-конструктивную составляющие проекта, методы производства работ, установить номенклатуру работ.

В зависимости от грунтовых условий строительной площадки, конструктивной характеристики и плана расположения фундаментов, определяется тип земляного сооружения (котлован, траншея или яма) и его размеры в плане по низу и по верху, а также глубину разработки. Все размеры приводятся в метрах.

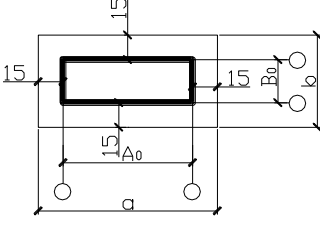
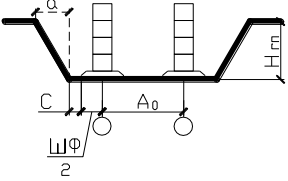
Для удобства определения размеров котлована (траншеи или ям) целесообразно в данном разделе вычертить две схемы:

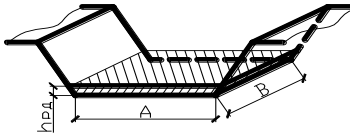
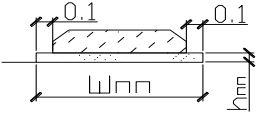
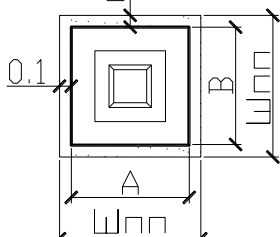
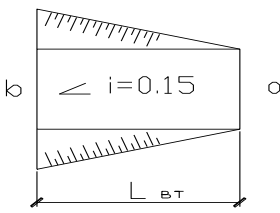
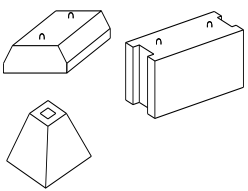
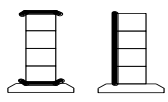
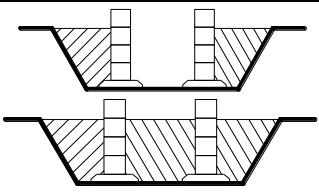
1. План земляного сооружения под фундаменты здания.
2. Поперечный разрез.

При необходимости выполнить и продольный разрез земляного сооружения. Пояснения по расчету объемов работ приведены в табл. 5.

Таблица 5

Определение технологической последовательности
и объёмов работ нулевого цикла

Наименование работ	Эскиз	Формулы подсчёта	Ед. изм.
1	2	3	4
Срезка растительного слоя		$h_{PC}=0,15$ $a=A_0+2 \cdot 15$ $b=B_0+2 \cdot 15$ $S_{PC} = a \cdot b$ $V_{PC} = S_{PC} \cdot h_{PC}$	м м м $м^2$ $м^3$
Отрывка котлована		$H_{ГП}$ $A_H = A_0 + Ш_{Ф} + 2C$ $A_B = A_H + 2a$ $a = m \cdot H$ $B_H = B_0 + Ш_{Ф} + 2C$ $B_B = B_H + 2a$ $H_{отр} = H_{ГП} - 0,15$ $V_K = \left(\frac{A_H + A_B}{2} \right) \cdot \left(\frac{B_H + B_B}{2} \right) \cdot H_{отр}$	м м м м м м $м^3$

1	2	3	4
Ручная доработка грунта		$h_{рд} = 0,15$ $V_{рд} = A B h_{рд}$	м м^3
Устройство песчаной подсыпки: ленточного фундамента фундамента стаканного типа	 	$Ш_{пн} = Ш_{ф} + 0,1 \cdot 2$ $V_{пн} = Ш_{пн} h_{пн} L_{ф}$ $h_{пн} = 0,1$ $Ш_{пн} (A) = A + 0,1 \cdot 2$ $Ш_{пн} (B) = B + 0,1 \cdot 2$ $V_{пн} = Ш_{пн} (A) Ш_{пн} (B) h_{пн}$ $h_{пн} = 0,1$	м м^3 м м м м^3 м
Устройство въездной траншеи		$L_{вт} = \frac{H_{гп}}{i}$ $b = a + 2mH_{гп}$ $V_{вт} = \left(\frac{a+b}{2} \right) \cdot H \cdot L_{вт}$	м м м^3
Устройство фундаментов		Согласно ведомости подсчёта объёма работ сборных конструкций.	м^3
Устройство гидроизоляции: ленточный фундамент Фундамент стаканного типа	 По всей плоскости стакана.	$S_{г} = L_{ф} Ш_{ф}$ $S_{в} = L_{ф} H_{ф}$	м^2 м^2
Обратная засыпка		С подвалом: $V_{обр.з.} = V_{к} - V_{ф} - V_{подв.} + V_{вт}$ Без подвала: $V_{обр.з.} = V_{к} - V_{ф} + V_{вт}$	м^3 м^3
Уплотнение		$V_{упл} = V_{обр.з.}$	м^3

Пояснение к таблице 5

Срезка растительного слоя:

a и b – размеры строительной площадки в плане.

$H_{PC} = 0,15\text{м}$ – толщина срезки растительного слоя.

Отрывка котлована:

$H_{гп}$ – глубина подошвы фундамента (принимается в зависимости от глубины промерзания грунта, наличия подвала, конструктивных особенностей фундаментов).

A_H – длина по дну котлована.

A_B – длина по верху котлована.

B_H – ширина по дну котлована.

B_B – ширина по верху котлована.

A_0 и B_0 – размеры здания по крайним осям.

Π_{ϕ} – ширина блок-подушки фундамента (берется по каталогу сборных конструкций).

C – расстояние от края фундамента до нижнего края котлована.

$C = 0,3-0,5\text{м}$ (для сборных фундаментов); $C = 0,5-0,7\text{м}$ (для монолитных фундаментов).

m – коэффициент заложения откосов котлована. Крутизна откосов котлована зависит от вида грунта и глубины выемки (табл. 6).

$H_{отр}$ – глубина отрывки котлована с вычетом ручной доработки грунта $H_{отр} = H_{гп} - h_{рд}$

V_k – объем разработки грунта экскаватором.

Таблица 6

Крутизна откосов котлованов и траншей

Вид грунта	Крутизна откосов при глубине выемки (отношение высоты откоса к заложению), м		
	до 1,5	до 3,0	до 5,0
Насыпной	1:0,67	1:1	1:1,25
Песчаный и гравелистый	1:0,5	1:1	1:1
Супесь	1:0,25	1:0,67	1:0,85
Суглинок	1:1	1:0,5	1:0,75
Глина	1:0	1:0,25	1:0,5
Лессовый сухой	1:0	1:0,5	1:0,5

Ручная доработка грунта:

$h_{рд} = 0,15\text{м}$. – толщина снимаемого грунта вручную.

$V_{рд}$ – объем ручной доработки.

A_H и B_H – размеры дна котлована.

Устройство песчаной или щебеночной подсыпки:

а) Под ленточный фундамент:

$Ш_{пп}$ – ширина подсыпки.

$Ш_{ф}$ – ширина блок-подушки.

$V_{пп}$ – объём подсыпки.

$H_{пп} = 0,1\text{ м.}$ – толщина подсыпки.

$L_{ф}$ – длина фундамента (определяется по плану здания).

б) Под отдельно стоящий фундамент стаканного типа:

A и B – стороны основания отдельно стоящего фундамента.

$Ш_{пп}(A)$ – ширина подсыпки под основание фундамента относительно стороны A .

$Ш_{пп}(B)$ – ширина подсыпки под основание фундамента относительно стороны B .

Устройство въездной траншеи:

$L_{вт}$ – длина въезда в плане.

A – ширина въездной траншеи, принимается 3,5 м при одностороннем движении транспорта.

B – ширина въездной траншеи по низу котлована.

Устройства фундаментов:

Размеры элементов и их объём принимаются согласно проекту или каталогам строительных конструкций.

Устройство гидроизоляции:

а) Ленточный фундамент

$S_{г}$ – площадь горизонтальная.

$S_{в}$ – площадь вертикальная

$L_{ф}$ – длина фундамента.

$Ш_{ф}$ – ширина изолируемой поверхности фундамента.

$H_{ф}$ – высота фундамента без учёта фундаментной блок подушки.

б) Отдельно стоящий фундамент

Обмазочная гидроизоляция выполняется по всем плоскостям стакана.

Обратная засыпка:

B в зависимости от назначения и вида здания.

$V_{к}$ – объём котлована с учетом ручной доработки;

$V_{ф}$ – объём фундамента;

$V_{подв.}$ – объём подвала;

$V_{вт}$ – объём въездной траншеи.

Уплотнение обратной засыпки:

Выполняется послойно виброплощадками, катками, ручными трамбовками.

При построении разреза по котловану для одиночных фундаментов под колонны одного ряда, необходимо графически обосновать, что целесо-

образнее разрабатывать отдельные котлованы под каждую колонну или же сплошную траншею под ряд колонн. Для это вычерчивается (в произвольном масштабе) разрез двух-трех фундаментов это ряда с нанесением откосов отдельных котлованов. В результате построения может быть выявлено, что если объемы перемычек между котлованами меньше 1/3 общего объема траншеи, то целесообразно разрабатывать траншею. При пересечении откосов смежных котлованов в двух взаимно перпендикулярных направлениях устраивается общий котлован.

Подсчет объемов земляных работ при разработке траншеи подробно представлен в примере 3.

Пример 3. Определить объём земляных работ при устройстве траншеи с уклоном $i=0,015$. Если глубина в середине траншеи $H=4,0$ м, протяженность траншеи $L=160,0$ м грунт – песок, ширина укладываемого в траншею подушку ленточного фундамента – $2,0$ м.

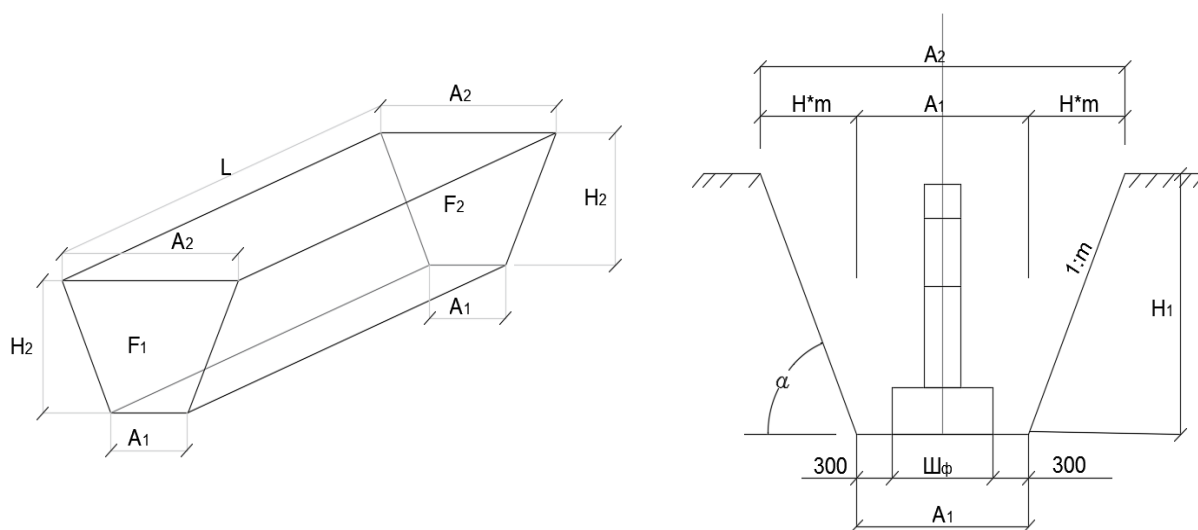


Рис. 1 Схема траншеи с боковыми откосами и уклоном

Решение:

Определим ширину траншеи по дну (рис. 1)

$$A_1 = \text{Ш}_\text{ф} + 2 \cdot 0,3 = 2,0 + 0,6 = 2,6 \text{ м.}$$

Определяем ширину траншеи по верху. Исходя из глубины траншеи и вида грунта, значение допустимой крутизны откосов примем 1:1 (табл. 6). Тогда ширина траншеи по верху составит:

$$A_2 = A_1 + 2Hm = 2,6 + 2 \cdot 1 \cdot 4 = 11,2 \text{ м}$$

Определяем объём траншеи. При этом учитываем, что в связи с уклоном траншеи, глубина траншеи по её концам будет равна 2,8 и 5,2 соответственно. Тогда

$$V = \left(F_{\text{ср}} + \frac{(H_2 - H_1)^2}{12} \right) L \text{ или } V = \frac{F_1 + F_2}{2} - m \left(\frac{H_2 - H_1}{6} \right)^2 L, \quad (1)$$

$$V = \left(F_{\text{ср}} + \frac{(H_2 - H_1)^2}{12} \right) L = \left[28,8 - \frac{(5,2 - 2,8)^2}{12} \right] 160 = 4684,8 \text{ м}^3$$

При необходимости производства в траншее механизированных работ (погружение свай), её ширина по дну необходимо принимать не менее 4,0 м.

4.2 Подбор монтажного крана

В настоящее время на строительных площадках применяют следующие типы кранов: самоходные стреловые (автомобильные, на шасси автомобильного типа пневмоколесные, гусеничные), башенные.

Стреловые самоходные краны обладают общим достоинством – способностью быстро перемещаться с одного объекта на другой и сразу приступать к монтажу без специальной подготовки. Основным недостатком стреловых кранов является значительные ограничения на передвижение с грузом. Поэтому их основной формой работы является монтаж с выдвижением гидравлических или откидных опор.

Краны на шасси автомобильного типа имеют грузоподъемность до 100 т при высоте подъема до 100 м. Габаритные размеры кранов позволяют им перемещаться по городским улицам в составе транспортных потоков.

Пневмоколесные краны на строительную площадку доставляются трейлерами или буксируются тягачами по устанавливаемым специальным маршрутам из-за своих габаритов. Грузоподъемность пневмоколесных кранов колеблется в пределах от 12 до 100 т., высота подъема груза может достигать до 80 м.

Гусеничные краны отличаются высокой проходимостью и маневренностью. Они обладают возможностью перемещаться по строительной площадке с грузом и работать без выносных опор. Гусеничные краны эффективно использовать при монтаже одноэтажных и малоэтажных промышленных и гражданских зданий. Грузоподъемность гусеничных кранов достигает до 200 т, высота подъема стрелы до 50 м.

Гусеничные и пневмоколесные стреловые краны работают на площадках и дорогах с естественным грунтом, часто насыпным.

Башенные краны применяются для возведения многоэтажных зданий.

Подбор монтажных кранов выполняется по требуемым параметрам (вылет стрелы, высота подъема крюка, грузоподъемность). Рационально рассмотреть возможность применения для возведения подземного и наземного циклов кранов разных марок, обосновывая их необходимыми схемами.

Выбор монтажного крана осуществляется по параметрам:

- 1) Высота подъема (глубина опускания) крюка
- 2) Максимальная грузоподъемность
- 3) Вылет стрелы

Требуемая грузоподъемность монтажного крана определяется по формуле

$$Q_{\text{ТР к}} = Q_{\text{Э}} + Q_{\text{С}} + Q_{\text{ОСН}}$$

где $Q_{\text{Э}}$ – масса наиболее тяжелого элемента, т; $Q_{\text{С}}$ – масса грузоподъемных и грузозахватных устройств (строп, траверс, захватов и др.), т; $Q_{\text{ОСН}}$ – масса монтажной оснастки, устанавливаемой на конструкции (оснастка, усиление и др.), т.

Требуемый вылет стрелы крана и высота подъема должны обеспечивать монтаж наиболее удаленных по горизонтали и вертикали от уровня стоянки крана, а так же самых тяжелых конструктивных элементов возводимого здания.

Высота подъема крюка стрелы крана определяется по формуле

$$H_{\text{ТР кр}}^{\text{ТР}} = h_0 + h_3 + h_{\text{Э}} + h_{\text{С}} + h_{\text{У}},$$

где h_0 – отметка монтажного уровня (от основания крана до места установки монтажного элемента), м; h_3 – высота запаса между монтируемым элементом и верхом ранее установленной конструкции, принимается 2,3 м из условий безопасного производства работ на верхней отметке здания, где могут находиться люди, м; $h_{\text{Э}}$ – высота (толщина) монтируемого элемента, м; $h_{\text{С}}$ – высота строповочного приспособления от верха монтируемого элемента до грузового крюка крана, м; $h_{\text{У}}$ – уровень стоянки крана относительно нулевой отметки здания, м.

Требуемый вылет стрелы крана $L_{\text{ТР кр}}^{\text{ТР}}$ зависит от расположения монтируемых элементов в плане и определяются по формуле

$$L_{\text{ТР кр}}^{\text{ТР}} = b_1 + b_2 + b_3$$

где b_1 – расстояние от оси вращения крана до оси пяты стрелы (стреловые краны) или до ближайшей опоры (башенные краны); b_2 – расстояние от оси пяты стрелы до наружной грани монтируемого сооружения, определяемое для стреловых кранов графически из условия обеспечения минимального вылета крюка при заданной длине стрелы (сумма b_1 и b_2 определяет привязку крана к монтируемому сооружению); b_3 – расстояние от наружной грани стены здания до центра тяжести монтируемого элемента, м; $h_{\text{Ш}}$ – высота шарнира (от пяты стрелы), м; b_4 – задний габарит крана, м; $h_{\text{П}}$ – высота полиспаста, м.

Для расчета высоты шарнира $h_{\text{Ш}}$ стрелы крана и высоту полиспаста $h_{\text{П}}$ можно принимать равным 1,5 м. Размер заднего габарита b_4 принимается по справочной литературе для выбранного стрелового крана.

Вылет крюка удобнее определять упрощенный графический способ, путем прочерчивания вариантов приближения стрелы к выступающим частям сооружения и монтируемого элемента к стреле крана (точка Е на рис.2), но не ближе, чем на 1 м, изменяя длину или типа стрелового обору-

дования. С этой целью в принятом масштабе вычерчивают контур возводимого здания с наиболее характерными деталями, способными повлиять:

- на вылет стрелы крана;
- на монтажный горизонт;
- на тип грузозахватного устройства;
- на ось расположения крюка крана и ось стрелы крана в зависимости от типа (основанная стрела, наклонная стрела с коротким гуськом или башенно-стреловым оборудованием).

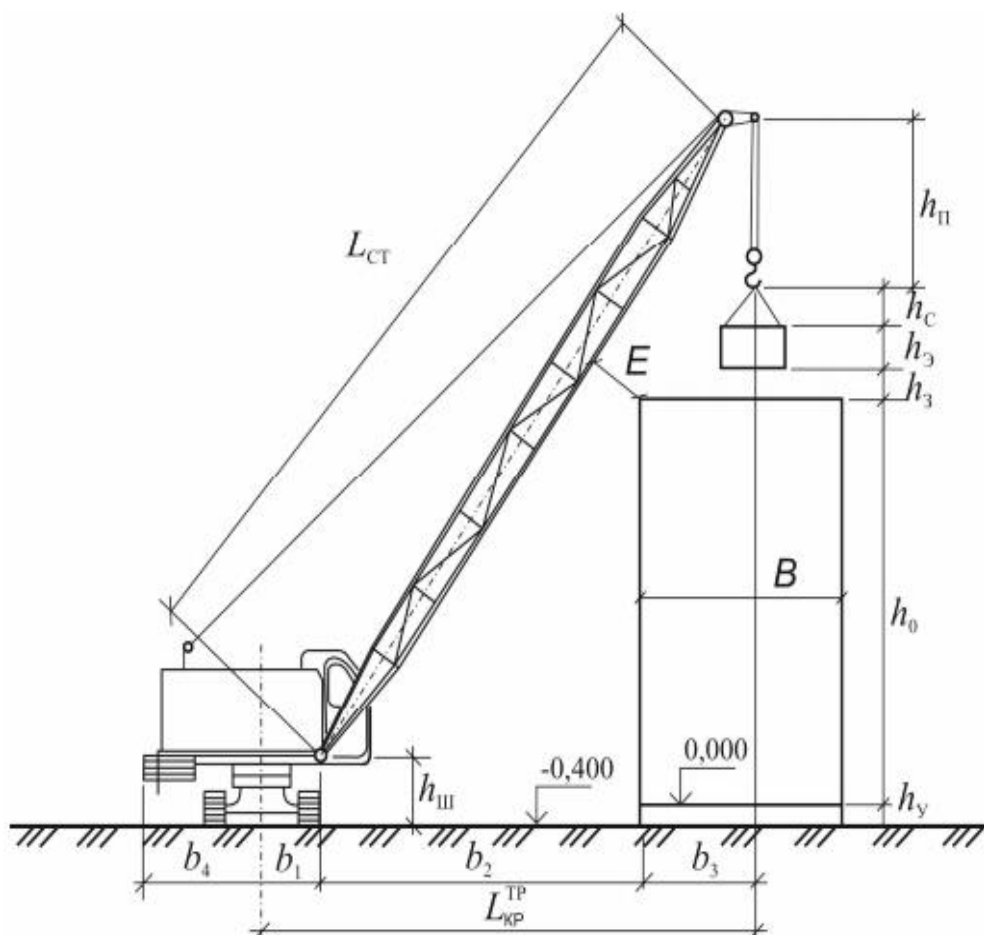


Рис. 2 Схема параметрических характеристик самоходного монтажного крана

Определяется положение точки E , расположенной на расстоянии на 1 м от вертикали и горизонтали. На высоте шарнира стрелы h_{III} (1,5...2 м) проводится горизонтальная линия М–М (рис. 3).

Через точку E под углом 60° к горизонту проводится линия С – С (наиболее рациональное положение оси стрелы крана). Пересечение линий М – М и С – С в точке К обозначает положение шарнира стрелы крана. Для определения положения оси вращения крана от точки К откладывается отрезок длиной 1,5 м по горизонтали на линии М – М и обозначается точка О.

Длина линий O_1A_1 , A_1A и AK в принятом масштабе чертежа соответствует вылету стрелы L , высоте подъема стрелы H_C и длине стрелы L_C .

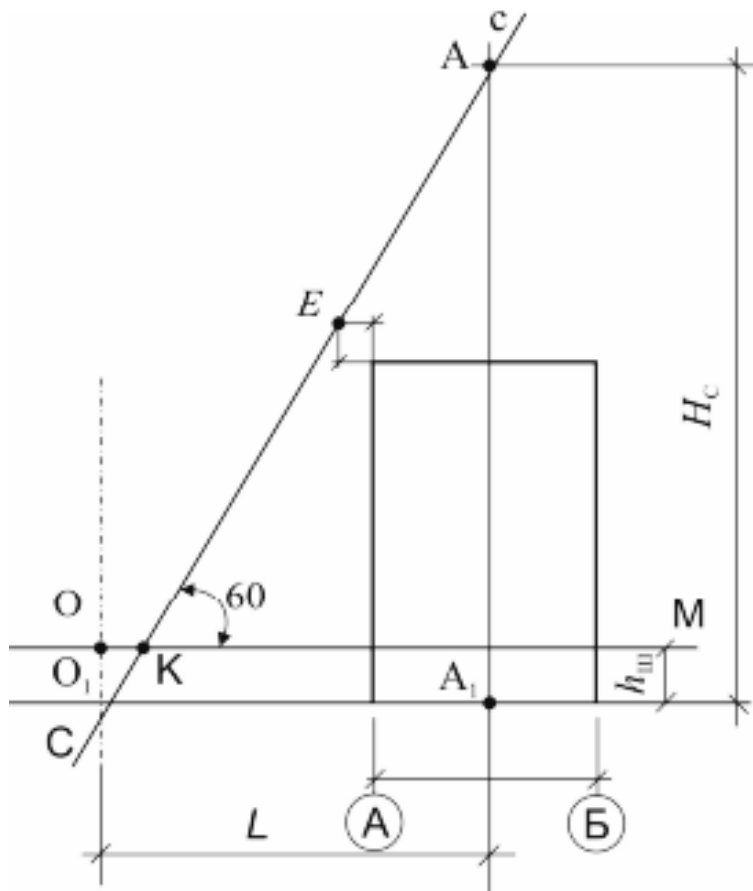


Рис. 3 Определение требуемых характеристик крана графическим способом

При подборе башенного крана, максимальный вылет стрелы определяется по формуле

$$L_{\max}^{\text{TP}} = B + b_2 + b/2$$

где b – ширина подкрановых путей, м.

Во всех случаях привязки монтажного крана к объекту необходимо учитывать безопасное расстояние между контргрузом или платформой и выступающими частями сооружения. Согласно требованиям [1], расстояние по горизонтали должно быть не менее 1м, по вертикали – не менее 0,5м (рис. 4).

При возведении крупнопанельных, блочных и объемно-блочных зданий с большим числом монтажных операций преимущество отдается башенным кранам с балочными стрелами. При сооружении кирпичных, мелкоблочных зданий могут использоваться краны с подъемными и балочными стрелами.

В отдельных случаях выбор стрелового крана зависит от дорожных, грунтовых условий и рельефа местности.

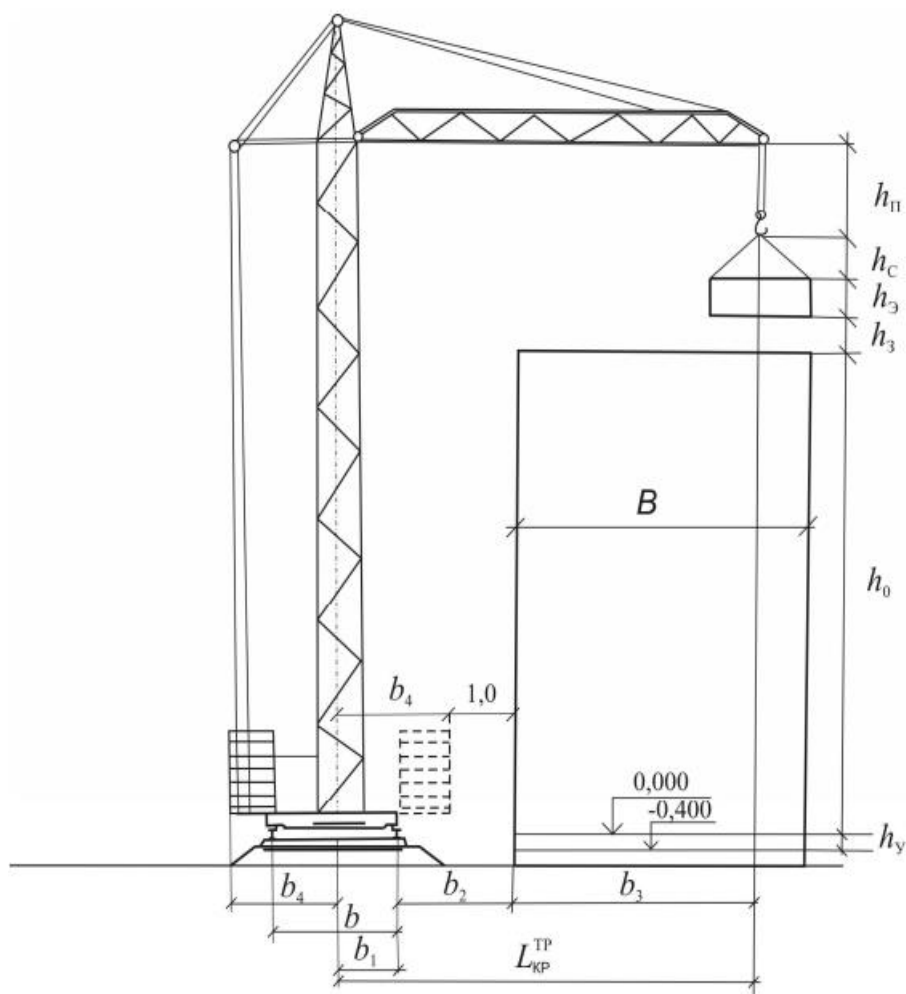


Рис. 4 Схема параметрических характеристик башенного крана

В транспортном режиме преодолеваемые уклоны для колесных кранов 15...18°.

Технические характеристики окончательно выбранного крана заносим в табл. 7.

Таблица 7

Параметры крана

Мар- ка крана	Грузоподъемность при вылете крюка		Вылет крюка, м		Высота подъема крюка, м, при вылете	
	Наиболь- шем	Наимень- шем	Наиболь- ший	Наимень- ший	Наиболь- шем	Наимень- шем

Пример 4. Подобрать башенный кран для монтажа сборных железобетонных конструкций 4-х этажного кирпичного здания высотой 16 м с размерами в осях 40х20 м. Условия работы для крана стесненные (возможность работы с одной стороны здания – с продольной стороны).

Решение:

1. Грузоподъемность крана определяем по формуле

$$Q_{\text{кр}}^{\text{тр}} = Q_{\text{г}} + Q_{\text{с}} + Q_{\text{осн}} = 2,95 + 0,13 = 3,1 \text{ т}$$

где $Q_{\text{г}} - 2,95 \text{ т}$ масса наиболее тяжелого поднимаемого груза (плита ПК. 63.15), $Q_{\text{с}} - 0,13 \text{ т}$ масса грузозахватного приспособления (четырех-ветвевой строп марки 910М), $Q_{\text{осн}}$ – масса навесных приспособлений – нет.

2. Определяем требуемую высоту крюка

$$H_{\text{кр}}^{\text{тр}} = h_0 + h_3 + h_{\text{г}} + h_{\text{с}} + h_{\text{у}} = 16 + 2,3 + 0,3 + 2 = 20,6 \text{ м}$$

где $h_0 - 16 \text{ м}$ превышение опоры монтируемого элемента над уровнем стоянки крана; $h_3 - 2,3 \text{ м}$ запас по высоте; $h_{\text{г}} - 0,3 \text{ м}$ высота элемента в монтажном положении; $h_{\text{с}}$ – высота строповки в рабочем положении от верха монтируемого элемента до низа крюка крана.

3. Определяем требуемый вылет стрелы:

$$L^{\text{тр}} = B + b_2 + b/2 = 20 + 5 + 4/2 = 27 \text{ м}$$

где $B = 20 \text{ м}$ – ширина здания; $b = 4 \text{ м}$ – ширина кранового пути; $b_2 = 5 \text{ м}$ расстояние от кранового пути до проекции наиболее выступающей части здания.

Согласно требуемым параметрам подходят 4 башенных крана (табл. 8).

Таблица 8

Технические характеристики кранов

Характеристика	РБК-5.60	ЛГ-110	КБ-308А	КБ-309А-02.УХА
Грузовой момент, тм	60	90	100	120
Максимальная грузоподъемность, т	5	6	8	4
Максимальный вылет стрелы, м	30	33	30	30
Высота подъема груза, м	22	>22	32	40

Окончательный выбор марки башенного крана (любого крана) производится после экономического расчета по обоснованию выбора крана.

4.3 Определение номенклатуры работ и объемов работ надземной части здания

Используя планы, разрез, фасад здания и конструктивную характеристику по паспорту, обучающийся составляет набор работ, который необходимо выполнить на заданном объекте, начиная с земляных работ и, заканчивая сдачей объекта, затем определяет объемы работ надземной части здания.

В календарном плане общестроительные работы рекомендуется записывать в технологической последовательности, а именно:

- стены каменные;
- перекрытия, покрытия, перемычки, балконы, лоджии;
- лестничные марши и межэтажные площадки;
- кровля;
- оконные и дверные проемы;
- штукатурные работы;
- облицовка;
- подготовка под полы, устройство чистых полов;
- малярные работы.

Наименование работы следует записывать в соответствии с ГЭСН. После общестроительных работ следует включить инженерное оборудование объекта (водопровод и канализация, отопление и вентиляция, электрообеспечение, слаботочные устройства) и внутриплощадочные работы (внутриплощадочные инженерные сети, благоустройство), а также прочие неучтенные работы.

Таблица 9

Ведомость подсчёта объёмов работ сборных конструкций

Наименование элемента	Эскиз	Кол-во	Вес элемента, т.
1	2	3	4

Сборные конструкции берём из каталогов на сборные конструкции или справочника проектировщика.

Объем каменной кладки определяется умножением площади стен, за вычетом проемов по наружному обводу коробки, на проектную толщину.

Объем работ по устройству перегородок определяется умножением длины перегородок на их высоту за вычетом дверных проемов и определяется в м² (табл. 10).

Таблица 10

Ведомость подсчёта объёмов работ кирпичной кладки

Наименование оси	Размеры стен b x h	Площадь стен, м ²	Площадь проёмов		Площадь стен за вычетом проёмов	Толщина стен, м	Объём клад- ки, м ³	Площадь перегород- док, м ²
			Ок- на, м ²	Две- ри, м ²				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 11

Ведомость подсчёта объёмов работ по установке оконных, дверных блоков

Наименование оси	Наименование работ	Размеры ш и в, м	Площадь проё- мов, м ²
1	2	3	4

Таблица 12

Ведомость подсчёта объёмов работ по покрытию пола

Наименование помещения	Размеры в плане, м	Площадь по- мещения, м ²	Вид покрытия
1	2	3	4

Таблица 13

Ведомость объёма по покраске стен, штукатурке, отделке потолка,
наклейки обоев, плитки

Наименование помещения	Размеры в плане, м	Высота помещения м	Площадь стен, м ²	Площадь проёмов, м ²	Площадь стен за вы- четом проёмов, м ²	Площадь потолка	Объёмы работ, м ²			
							Штукатурка	Окраска стен и потолков	Облицовка стен	Обойные работы
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 14

Ведомость подсчёта работ по устройству кровли

Наименование работ	Размеры в плане, м	Объем ра- бот
1	2	3

Трудоемкость специальных работ оформляется в ведомость, согласно табл. 15.

Таблица 15

Ведомость подсчета объемов спецработ в чел-час на 100м³ объёма здания

Тип здания	Спец.работы	Нормы трудовых затрат, чел-час	Общие затраты, чел-час
1	2	3	4

Трудоемкость специальных работ определяется по укрупненным измерителям (табл. 16).

Таблица 16

Нормы трудозатрат на специальные работы
(чел – час на 100 м³ строительного объема здания)

Работы	Виды зданий			
	Жилые	Гражданские	Промышленные	Сельско – хозяйственные
1. Отопление и вентиляция	15	15	8	4
2. Водопровод и канализация	14	10	8	4
3. Электроснабжение	10	10	15	8
4. Газоснабжение (если предусмотрено проектом)	4	3	1	—
5. Слаботочные сети и устройства (телефонизация, радио, телевидение)	4	4	1	0,5

Пример 5. Определить трудоемкость специальных работ при возведении жилого 5-ти этажного дома. Строительный объем здания 5400 м³.

Решение:

Трудоемкость специальных работ определяется по следующей формуле

$$Q = \frac{V_{\text{стр}} \cdot N_{\text{вр}}}{100},$$

где $V_{\text{стр}}$ – строительный объем здания; $N_{\text{вр}}$ – норма трудозатрат на специальные работы.

Трудозатраты на отопление и вентиляцию:

$$Q_{\text{от.и вен.}} = \frac{5400 \cdot 15}{100} = 810 \text{ чел – ч} = 101,25 \text{ чел – см}$$

Трудозатраты на водопровод и канализацию:

$$Q_{\text{вод.и кан.}} = \frac{5400 \cdot 14}{100} = 756 \text{ чел} - \text{ч} = 94,5 \text{ чел} - \text{см}$$

Трудозатраты на электроснабжение:

$$Q_{\text{элект.}} = \frac{5400 \cdot 10}{100} = 540 \text{ чел} - \text{ч} = 67,5 \text{ чел} - \text{см}$$

Трудозатраты на слаботочные сети и устройства:

$$Q_{\text{слаб.сети}} = \frac{5400 \cdot 4}{100} = 216 \text{ чел} - \text{ч} = 27 \text{ чел} - \text{см}$$

Трудоемкость работ, не включенных в номенклатуру сборников ГЭСН, рекомендуется принимать в процентном отношении от трудоемкости общестроительных работ на все здание. Нормы затрат труда приведены в таблице 17.

Таблица 17

Норма затрат труда на работы, не включенные в номенклатуру ГЭСН

Работы	Промышленные здания	Гражданские здания
1. Внутриплощадочные инженерные сети	4 ÷ 6 %	6 ÷ 8 %
2. Благоустройство	5 ÷ 10 %	5 ÷ 10 %
3. Прочие неучтенные работы	5 ÷ 7 %	7 ÷ 10 %

Затраты труда (машинного времени) на объем работ определяются по формуле

$$Q = H_{\text{вр}} \cdot V,$$

где $H_{\text{вр}}$ – норма времени на единицу объема, принимаемая по ЕниР, ГЭСН, ВниР;

V – объем работ строительного процесса.

Затраты труда (трудоемкость) на объем работ в чел-смена (маш-смен) определяются делением трудоемкости, рассчитанной в чел-ч (маш-ч) на продолжительность рабочей смены (8 часов).

Продолжительность строительного процесса определяется по формуле

$$t = \frac{Q}{8 \cdot n \cdot N} = \frac{H_{\text{вр}} \cdot V}{8 \cdot n \cdot N},$$

где n – число смен в сутки; N – число работающих в звене (бригаде) в смену.

Определение продолжительности работ может выполняться с учетом достигнутой производительности отдельных бригад и звеньев (перевыполнение), но не более чем на 5-15%, чтобы избежать срыва выполнения графика работ и удорожания.

Пример 6. Определить состав звена монтажников, если трудоемкость работ по установке конструкций составляет 4,8 чел-ч, а затраты работы машиниста (крана) – 1,2 чел-ч.

Решение:

Состав звена монтажников составит:

$$N = \frac{H_{\text{вр}}[\text{рабочих}]}{H_{\text{вр}}[\text{машиниста}]},$$

$$N = \frac{4,8}{1,2} = 4 \text{ чел}$$

Число звеньев монтажников зависит от количества кранов, используемых в течение смены. При монтажных работах одно звено обслуживает один монтажный кран, с увеличением количества звеньев должно увеличиваться количество единиц техники, что не всегда рентабельно при небольших объемах строительства.

Пример 7. Определить трудоемкость и продолжительность работ по установке 10 тонн металлических колонн, высотой 6,0 м, массой до 1,0 т. Работы выполняются одним краном в одну смену.

Решение:

Согласно ГЭСН 09-03-002-01 в состав монтажных работ по установке колонн входят следующие виды работ: установка и крепление стальных колонн, устройство подмостей, антикоррозийная защита стальных конструкций.

Трудозатраты на монтаж металлических колонн представлены в таблице 18.

Таблица 18

Трудозатраты на монтаж металлических колонн

Наименование	Ед. изм.	Трудозатраты
Затраты труда рабочих-строителей (средний разряд 3,6)	чел.-ч	10,47
Затраты труда машинистов	чел.-ч	1,91

Трудоемкость монтажников на весь объем работы составит:

$$Q_{\text{раб}} = 10,47 \cdot 10 = 104,7 \text{ чел.-ч} = 13,1 \text{ чел.-дн}$$

Трудоемкость машиниста на весь объем работы составит:

$$Q_{\text{мон}} = 1,91 \cdot 10 = 19,1 \text{ чел.-ч} = 2,4 \text{ чел.-дн}$$

Состав звена монтажников:

$$N = \frac{10,47}{1,91} = 5,4 \text{ чел}$$

Принимаем состав звена монтажников 5 чел, разряд монтажников принимаем по ЕниР или рассчитываем на основании среднего разряда, приведенного в ГЭСН.

Звено монтажников из 5 человек: 6 разряд – 1 чел; 5 разряд – 1 чел; разряд – 2 чел; 3 разряд – 1

Продолжительность монтажа:

$$t = \frac{104,7}{8 \cdot 1 \cdot 5} = 2,6, \text{ дн}$$

Продолжительность, как правило, округляется с точностью до 0,5 дн. Принимаем продолжительность 2,5 дн, следовательно, звено монтажников должно работать с перевыполнением плана на 4%.

4.4 Составление калькуляции трудовых затрат

Калькуляция трудовых затрат составляется на основании выполненных подсчетов объемов работ (табл. 19). Единицы измерений, принятые в калькуляции, должны соответствовать единицам измерений, указанным в ГЭСН и ЕниР.

Таблица 19

Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Ссылки на ГЭСН или другой источник	Ед. изм.	Объём работ	Норма времени		Общие затраты труда		Состав звена		
				Чел-час	Маш-час	Чел-см	Маш-см	Профессия	Разряд	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Пример 8. Составить калькуляцию трудовых затрат на земляные работы. Ведомость объемов работ представлена в табл. 20.

Таблица 20

Ведомость объемов земляных работ

Наименование работ	Ед. изм.	Объём работ
1	2	3
Срезка растительного слоя	1000м ²	1,008
Разработка грунта котлована в отвал экскаваторами «обратная лопата	1000м ³	2,096
Ручная доработка грунта	100м ³	0,396
Засыпка траншей и котлованов	100м ³	1,834
Уплотнение грунта	100м ³	1,834

Решение:

Калькуляцию выполняем в таблице согласно форме (табл. 21).

1. Столбец № 1. Наименование работ – наименование работ должно соответствовать принятым в ГЭСН описаниям и условиям производства работ.

3. Столбец № 2 – ссылка на параграф ГЭСН – (дается точная ссылка на расценку ГЭСН, например: 01-01-002-02).

4. Столбец № 3 (ед. измер.) – единица измерения, принятая по ГЭСН.

5. Столбец № 4 (объем работ) – количество работ, заносится с учетом единиц измерения принятые в соответствующих параграфах ГЭСН.

6. Столбцы № 5,6 Н_{вр} (норма времени) принимается по ГЭСН на единицу измерения работ. Измеряется Н_{вр} в чел.-час или маш.-час.

7. Столбец № 7 (затраты труда на весь объем работ чел.-час / маш.-час) – данные столбца № 4 построчно перемножаются на данные столбца № 5,6.

10. Столбцы № 9,10,11 (состав звена) – состав звена принимается согласно среднему разряду по ГЭСН (см. пример).

Таблица 21

Пример составления калькуляции на земляные работы

Наименование работ	Ссылка на ГЭСН	Ед. изм.	Объём работ	Норма времени		Общие затраты труда		Состав звена		
				Чел. ч.	Маш. час.	Чел. см.	Маш. см.	Проф.	Разр.	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Срезка растительного слоя	01-01-036-02	1000м ²	1,008	-	0,25	-	$\frac{1,008 \cdot 0,25}{8} = 0,03$	Машинист	6	1
Разработка грунта котлована в отвал экскаваторами «обратная лопата	01-01-002-02	1000м ³	2,096	6,1	8,45	$\frac{2,096 \cdot 6,1}{8} = 1,60$	$\frac{2,096 \cdot 8,45}{8} = 2,21$	Машинист Землекоп	6 3	1 1
Ручная доработка грунта	01-02-055-02	100м ³	0,396	189,0	-	$\frac{0,396 \cdot 189,0}{8} = 9,36$	-	Землекоп	3	2
Засыпка траншей и котлованов	01-01-033-05	100м ³	1,834	-	4,18	-	$\frac{1,834 \cdot 4,18}{8} = 0,96$	Машинист	6	1
Уплотнение грунта	01-02-005-01	100м ³	1,834	12,53	12,18	$\frac{1,834 \cdot 12,53}{8} = 2,87$	$\frac{1,834 \cdot 12,18}{8} = 2,79$	Машинист Землекоп	6 3	1 1

5 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

5.1 Порядок разработки графика производства работ

При составлении графика производства работ необходимо учитывать: нормативную или директивную продолжительность строительства; технологическую последовательность выполнения работ; максимальное совмещение во времени отдельных видов работ; выполнение работ ведущими механизмами в две смены; равномерное распределение рабочих по этапам строительства; соблюдение требований охраны труда и техники безопасности.

График производства работ (табл. 22) представляет собой организационно – технологическую модель возведения объекта, в которой на основе объёмов СМР, принятых организационных и технологических решений определена последовательность и сроки выполнения общестроительных, монтажных и специальных работ, осуществляемых при возведении объекта.

При разработке графика следует соблюдать следующие принципы:

1. Срок строительства объекта не должен превышать нормативный
2. Соблюдение технологической последовательности.
3. Поточность выполняемых работ.
4. Оптимальный выбор захваток и максимальное совмещение работ.
6. Непрерывная работа бригады или непрерывное освоение захваток.
7. Выполнение последующих работ не должно нарушать качество ранее выполненных работ.
8. При совмещении работ не должна нарушаться техника безопасности.

Таблица 22

Форма графика производства работ

Наименование работ	Объем работ		Трудоемкость, чел-см	Машиноёмкость, маш-см	Потребные машины		Сменность работ	Состав бригады	Число рабочих в смене	Продолжительность дн	Месяцы года строительства				
											Апрель		Май		
	Календарные дни														
	1	7			12	19					И т.д.				
	Рабочие дни														
	1	5			10	15					И т.д.				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Порядок разработки графика производства работ:

Левая – расчётная часть графика составляется по данным калькуляции трудовых затрат.

Левая часть таблицы расчетная, правая часть отражает взаимоувязку работ во времени и пространстве.

Порядок разработки табличной части календарного плана следующий:

1. Составляют перечень работ (графа 1), заполняют объём работ (графы 2 и 3). Перечень работ заполняется в технологической последовательности их выполнения, с группировкой по видам и периодам строительства. Работы следует по возможности укрупнить. Укрупнение выполняется по исполнителям и по времени выполнения работ.

2. Определяют на основании калькуляции трудоёмкость и машиноёмкость работ (графы 4 и 5).

3. Подбирают машины (графы 6 и 7). Их марка и количество зависят от принятой технологии и организации работ, а также, от машиноёмкости и продолжительности ведущих процессов.

4. Устанавливают сменность работ (графа 8).

При определении сменности работ следует помнить, что в три смены планируют работы, непрерывность выполнения которых вызвана технологическими требованиями (бетонирование в скользящей опалубке, водопонижение и т.п.).

Трёхсменная работа может планироваться в строительных организациях с высоким уровнем организации строительного производства (ДСК). В две смены планируют работы, на которых заняты крупные строительные машины и механизмы. Большинство общестроительных, специальных и отделочных работ выполняют в одну смену.

5. Определяют профессионально-квалификационный состав бригады и количество рабочих в смену (графы 9,10).

6. Рассчитывают продолжительность работ (графа 11).

Число рабочих в смену зависит от трудоёмкости и продолжительности работ и подбирается таким образом, чтобы переход с одной захватки на другую не вызывал изменений в численном и квалификационном составе бригады. Звено – это группа рабочих одной профессии, выполняющих совместно один и тот же вид работ. В звено, как правило, входят рабочие разной квалификации, при этом рабочие более высокого разряда выполняют более сложные операции. Численность звена обуславливается рациональной организацией труда и составляет 2...5 человек.

5.2 Проектирование строительной бригады

Бригада – это несколько звеньев рабочих, объединенных для совместного производства одного и того же вида работ. В строительной отрасли наиболее распространены 2 типа бригад: специализированные и комплексные.

В состав специализированных бригад входят рабочие одной профессии, выполняющие работы одного вида (изоляционные, малярные, бетонные и т.д.). Численность специализированных бригад составляет до 25...30 человек.

В комплексную бригаду входят рабочие разных профессий, занятые выполнением одновременно протекающих строительных процессов, направленные на изготовление конечной продукции. Например, бригада отделочников включается в себя рабочих следующих профессий: штукатуры, маляры и плиточники; бригада по устройству монолитных конструкций – плотники, арматурщики, бетонщики. Численность комплексных бригад составляет до 40...50 человек. Такая организация труда позволяет правильно распределить работу между членами бригады, осуществить совмещение профессий, благодаря чему сокращаются возможные простои.

Пример 9. Подобрать состав бригады для монтажа плит перекрытия в 5-ти этажном 2-х секционном жилом доме с несущими кирпичными стенами. Монтажные работы ведутся башенным краном. Объем работ по монтажу плит перекрытия 448 шт., масса плит перекрытия – до 5,0 т. Работы проводятся в 2 смены.

Решение:

Определяем состав работ и трудозатраты согласно ГЭСН 07-01-029-2 (табл. 23).

Установка монтажных изделий. 02. Укладка арматуры. 03. Сварка закладных и монтажных изделий и арматуры. 04. Установка опалубки. 05. Прокладка рулонных материалов в швах. 06. Укладка бетона у температурных швов, у торцов зданий. 07. Заливка швов бетоном. 08. Прокладка рулонных материалов между монолитными участками и стенами.

Измеритель: 100 шт. сборных конструкций

Ведущей машиной является кран, затраты на монтаж плит перекрытия составят:

$$Q = N_{\text{вр}} \cdot V = 49,85 \cdot 4,48 = 223,33 \text{ маш.} - \text{ч}$$

Или $223,33/8=27,91$ маш.-см

Трудозатраты рабочих на весь объем работ составят:

$$Q = 339,84 \cdot 4,48 = 1522,48 \text{ чел.} - \text{ч}$$

Или $1522,48/8=190,31$ чел.-см

Затраты труда рабочих и механизмов

Наименование элемента затрат	Ед. измерения	ГЭСН 07-01-029-02
Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	339,84
Средний разряд работы		3,8
Затраты труда машинистов	чел.-ч	49,85
МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ		
Краны башенные при работе на других видах строительства 8 т	маш.-ч	49,85
Установки для сварки ручной дуговой (постоянного тока)	маш.-ч	38,53

Ведущей машиной является кран, поэтому состав бригады увязываем с темпом работы крана:

$$N = \frac{H_{\text{вр}}[\text{рабочих}]}{H_{\text{вр}}[\text{машиниста}]} = \frac{1522,48}{223,33} = 6,8 \approx 7 \text{ чел}$$

Принимаем общее число рабочих в бригаде 7 человек.

Принимаем звено монтажников 5 человек: 5 разряд -1, 4 разряд -2, 3 разряд -2. При этом средний разряд звена составляет 3,8, что соответствует требуемому разряду по ГЭСН.

Затраты труда на выполнение сварочных работ составляют:

$$Q = 38,53 \cdot 4,48 = 172,61 \text{ чел.} - \text{ч}$$

Для выполнения сварочных работ включаем в бригаду сварщика 5 разряда -1 чел, рабочего 2 разряда-1 чел.

Тогда общая расчетная продолжительность работ на объекте составит:

$$t = \frac{Q}{8 \cdot n \cdot R} = \frac{1522,48}{8 \cdot 2 \cdot 7} = 13,59 \text{ дн.}$$

Окончательно примем продолжительность работ 13,5 дней, таким образом сменная производительность должна составлять:

$$\frac{13,59}{13,5} \cdot 100 = 100,7\%.$$

5.3 Особенности возведения подземной части зданий

Строительство объектов обычно планируется в три цикла: подземный, наземный и отделочный. Каждый из циклов состоит из определенного комплекса работ, увязка которых во времени и пространстве имеет свои особенности.

Выполнять работы нулевого цикла целесообразно не менее чем на двух захватках, что позволяет организовать поточное их выполнение.

Начинать строительство объекта чаще всего оправданно в весенне-летние месяцы, так как первоначально выполняются земляные и бетонные работы, выполнение которых в зимний период приводит к значительному удорожанию строительства.

Отрывка котлована выполняется экскаватором с емкостью ковша 0,3–0,65 м³. При сменном оборудовании обратная лопата устройство въездной траншеи в котлован, как правило, не требуется, так как при таком рабочем оборудовании экскавация грунта проводится ниже стоянки экскаватора.

При небольшом заглублении котлована до 0,6–0,8 м, как правило, при устройстве свайных фундаментов, иногда применяются бульдозеры. В случае свайных фундаментов необходимо предусмотреть съезд в котлован копровой (сваебойной) установки.

После механизированной разработки для ручной доработки грунта должно оставаться не более 10 см. Для многосекционных зданий (четыре и более секций) разработка грунта планируется в две и более захватки, при этом монтаж фундаментов начинают после экскавации грунта на первой захватке.

Монтаж сборных фундаментов совмещают с ручной доработкой грунта и песчаной (щебеночной) подготовкой.

По окончании монтажа фундаментов переходят к монтажу (или кладке) стен и перегородок подвала, совместно с устройством горизонтальной изоляции, арматурных поясов, крылец и т.д.

Засыпку пазух котлована изнутри и подсыпку под полы выполняют обычно после монтажа первого ряда стеновых блоков (в уровне пола или немного выше) и планируют совместно с монтажом стен. Засыпку производят вручную или легким бульдозером, если возможен его заезд в котлован или спуск монтажным краном. В подвал грунт подается механизировано экскаватором, грейфером монтажного крана и т.д.

Устройство выпуском и ввод коммуникаций (внутриплощадочные работы), как правило, выполняют до засыпки пазух котлована снаружи. Коммуникации в подвале, укладываемые в земле, должны быть выполнены до устройства бетонных полов.

Гидроизоляцию стен подвала выполняют после окончания монтажа стен подвала до обратной засыпки пазух котлована. Оклеечную гидроизоляцию целесообразно планировать по захваткам, а обмазочную, учитывая высокую производительность, можно показывать на графике вне потока.

Монтаж перекрытий подвала и сварочные работы планируются после окончания бетонных полов в подвале. Делить монтаж перекрытия на захватки, равные принятым для монтажа стен, нельзя, так как машиноёмкость монтажа перекрытий незначительна по сравнению с объемами работ по устройству фундаментов и стен подвала.

Засыпку пазух котлована снаружи осуществляют после монтажа перекрытий подвала и выполнения вертикальной гидроизоляции.

Засыпка пазух производится послойно экскаваторами, экскаваторами-планировщиками, бульдозерами. При этом толщина слоя для песка должна быть не более 70 см; для супеси и суглинка – 60 см, для глины – 50 см. Уплотнение засыпаемого грунта в котлованах производится гидромолотами, виброплитами, электротрамбовками. Обратная засыпка и уплотнение грунта планируются параллельно на графике производства работ.

Устройство отмостки производят непосредственно после обратной засыпки, если позволяют грунтовые и сезонные условия. В случае, если площадка строительства сложена глинистыми грунтами, отмостку целесообразно устраивать после окончания усадки грунта в пазухах, одновременно с работами по благоустройству прилегающей территории.

5.4 Особенности технологии возведения надземной части здания

Второй цикл включает в себя общестроительные работы по монтажу зданий, санитарно-технические и электромонтажные.

Взаимоувязка работ во времени и пространстве на календарном плане зависит от конструктивных решений строящегося объекта, принятых метода монтажа и организационно-технологической схемы возведения здания.

Схема возведения здания зависит от принятой конструктивной схемы.

В основу организации строительства *многосекционных зданий*, независимо от их конструктивного решения, закладываются следующие технологические принципы: монтаж конструкций двумя параллельными потоками (по 3, 4 и 5 секций в каждом) двумя башенными кранами; совмещение с монтажом последующих общестроительных и специальных работ.

Проведение кровельных работ зимой, как правило, – вынужденная мера. В практике производства строительных работ до недавнего времени считалось невозможным качественно выполнить монтаж рулонных материалов в зимнее время года. Однако современные технологии позволяют работать на кровле круглый год без снижения качества и надежности кровли.

Согласно нормативной документации, работы по устройству тепло- и гидроизоляционных покрытий допускается производить при отсутствии снегопада, гололеда и дождя при температуре наружного воздуха до -20°C , но учитывая дополнительные затраты, связанные с проведе-

нием кровельных работ в зимнее время года, предпочтительным все же остается их планирование в более благоприятное время.

Санитарно-технические и электромонтажные работы увязываются с общестроительным и отделочным циклами. До начала этих работ должны быть выполнены:

- монтаж не менее 2 этажей;
- остекление окон и обеспечение температуры в помещениях не ниже +5 °С (электромонтажных работ);
- работы по пробивке борозд, отверстий и штукатурка нищ под отопительные приборы и электрошкафы.

Специальные работы (отопление и вентиляция, водоснабжение и канализация, электроснабжение) при возведении *жилых домов* проводятся в 2 этапа:

I этап – до штукатурных работ:

- Санитарно-технические – монтаж внутренних систем холодного и горячего водоснабжения, отопления;
- Электромонтажные – разметка трасс, пробивка и сверление гнезд, штраб, борозд, прокладка стояков, труб и рукавов для скрытой проводки, раскладка проводов с частичной заделкой в стенах и в подготовке под полы, установка распаечных коробок, шкафов и щитов.

II этап –:

- Санитарно-технические (после первого цикла малярных работ) – монтаж приборов, запорной арматуры;
- Электромонтажные (начинают после окраски потолков и заканчивают после оклейки (окраски) стен) – подвеска патронов и светильников, установка выключателей, розеток, звонков, слаботочные разводки, противопожарная сигнализация.

По окончании отделочных работ в доме выполняют слаботочные разводки радиотрансляционной сети, диспетчерской связи, противопожарной сигнализации, телевидения, интернета.

5.5 Особенности производства работ отделочного цикла

До начала отделочного цикла должны быть завершены следующие виды работ:

- монтажные, санитарно-технические и электромонтажные (1 этап);
- смонтированы и подключены стояки временного водоснабжения, электросиловые и осветительные сети;
- заполнены оконные проемы.

Штукатурные работы в зависимости от установленные сроков и человеческих ресурсов выполняют сразу на всем фронте работ или разбивают здание на захватки, равные этажу. Штукатурные работы производят

в следующей последовательности: в санузлах и кухнях, затем в комнатах, других помещениях квартиры и на лестничных клетках что позволяет в короткий срок освободить наиболее узкий фронт работ (санузлы и кухни) следующим бригадам.

Плиточные работы выполняются в одном цикле со штукатурными.

Цементную стяжку под полы выполняют после цикла штукатурных работ та же бригада.

Малярные работы выполняются в два этапа. В первый этап входят шпаклевка и окраска потолков, лоджий, балконов, откосов окон, подготовка стен под окраску и оклейку.

Устройство паркета и полов из линолеума можно начинать вслед за последним мокрым процессом-окраской потолков.

На втором этапе малярных работ производят оклейку обоями, финишную окраску стен и столярных изделий. Малярные работы на лестничных клетках выполняют после окончания работ в квартирах.

Совмещение штукатурных, плиточных, малярных, паркетных и спецработ достигается путем деления фронта работ в пределах секции, пролета этажа и квартиры.

Завершающими работами в календарном плане являются *благоустройство и сдача объекта*. Благоустройство территории после завершения цикла строительства включает в себя устройство проездов, пешеходных дорожек и площадок, ограждения, открытых плоскостных площадок и спортивных сооружений, озеленение застраиваемых территорий.

Зимой, в силу специфики климата на большей части Российской Федерации, не выравнивают площадки, не проводят никакие земляные работы, не высаживают растения. Исключение - территория черноморского побережья и Крыма, где даже зимой можно проводить озеленение.

5.6 Определение потребности в трудовых ресурсах

На основе построенного календарного плана разрабатывают графики потребности в трудовых, материальных и технических ресурсах и их обеспечение.

Под графической частью календарного плана выстраиваем эпюры движения рабочих при возведении объекта. В процессе разработки календарного плана необходимо предусмотреть равномерное использование рабочих. Для этого по мере составления плана под ним строится эпюра изменения численности рабочих.

График движения рабочих строится в том же масштабе времени, что и календарный план.

Построение эпюры движения рабочих на строящемся объекте производим путём суммирования по оси ординат численности рабочих занятых на выполнении работ в данный период времени. При наличии резких (пикообразных) потребностей в ресурсах производим их сглаживание и корректируем календарный план таким образом, чтобы получить равномерное и непрерывное использование ресурсов данного вида в пределах возведения конструктивного элемента, захватки или сооружения в целом, не нарушая при этом технологическую последовательность.

Изменения в количестве рабочих допускаются до 50%. График надо составлять таким образом, чтобы после окончания работ на одной захватке бригада переходила на другую. Оптимальным считается график, имеющий равномерное нарастание, стабилизацию и равномерное снижение количества рабочих, без резких подъемов – «пиков» и падений – «впадин» (рис.5).

График движения рабочих строится для работ, выполняемых в одну наиболее нагруженную смену или день.

На графике движения рабочих нежелательны «пики» и «впадины», так как их наличие свидетельствует:

- 1) о нерациональном использовании временных бытовых помещений;
- 2) о нерациональном использовании фронтов работ.

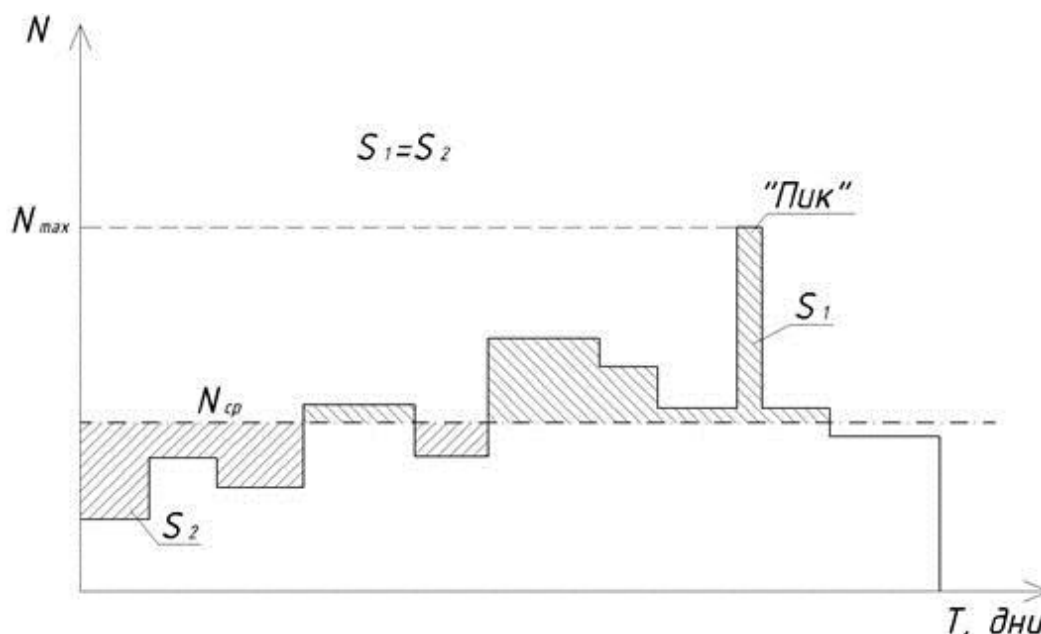


Рис. 5 Некорректный график движения рабочих

Способы оптимизации календарных графиков с целью уменьшения коэффициента неравномерности движения рабочих:

- 1) изменение интенсивности выполнения работ, то есть увеличение или уменьшение количества рабочих в бригаде;
- 2) смещение сроков начала вправо той работы, которая вызывает пик и всех последующих за ней;

- 3) изменение количества захваток;
- 4) корректировка сменности выполнения работ;
- 5) корректировка за счет неучтенных и прочих работ (рис. 6).

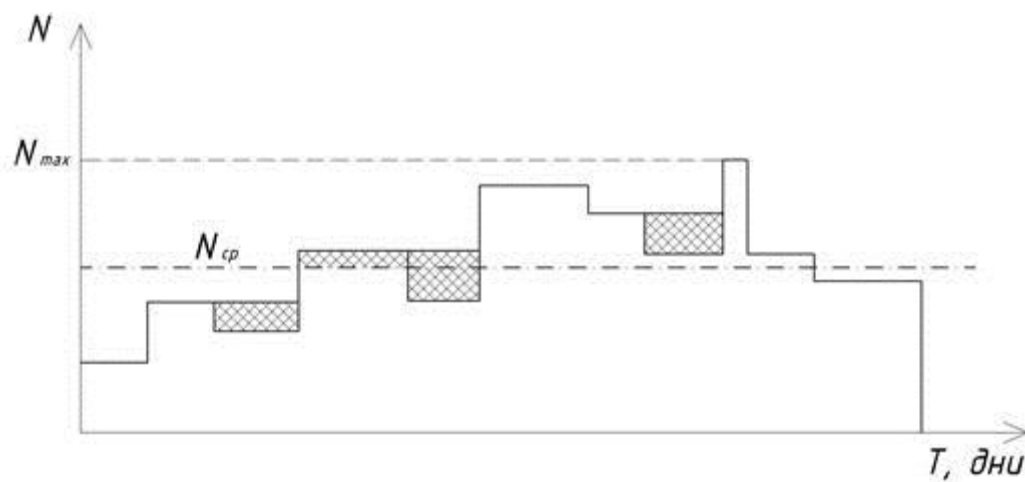


Рис. 6 Корректировка графика движения рабочих за счет неучтенных работ

6 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

При проектировании календарного плана необходимо из различных возможных вариантов выбрать наиболее рациональный, обеспечивающий выполнение работ в кратчайший срок при минимальных затратах труда и материальных ресурсов.

Для оценки вариантов календарных планов определяют их технико-экономические показатели.

1. **Продолжительность строительства.** Продолжительность строительства определяется по календарному плану. Фактическая продолжительность строительства должна быть меньше нормативной (директивной).

$$T_{\text{пл}} \leq T_{\text{норм(дир)}}$$

2. **Общая трудоемкость.** Общая трудоемкость определяется по калькуляции трудовых затрат или календарному плану путем суммирования соответствующей колонки. Общая трудоемкость включает в себя затраты труда на общестроительные, санитарно-технические и электромонтажные работы.
3. **Трудоемкость на 1 м³ здания.** Определяется отношением общей трудоемкости к объему здания, единица измерения $\frac{\text{чел} - \text{час}}{\text{м}^3}$.
4. **Максимальное количество рабочих в наиболее нагруженную смену.** Определяется согласно графику движения рабочих. При построении календарного плана и графика движения рабочих, необходимо помнить, что потребность в санитарно-бытовых помещениях определяется согласно максимальному количеству рабочих, поэтому при построении календарного плана стоит стремиться к минимизации максимального количества рабочих, если это не противоречит другим условиям и позволяет выполнить строительство в заданный период.
5. **Коэффициент неравномерности движения рабочих.** Определяется отношением максимального количества рабочих по календарному плану к среднему:

$$K_{\text{нер}} = \frac{N_{\text{макс}}}{N_{\text{ср}}},$$

где $N_{\text{макс}}$ – максимальное количество рабочих в смену согласно графику движения рабочих;

$N_{\text{ср}}$ – среднее количество рабочих.

Коэффициент неравномерности движения рабочих должен удовлетворять следующему условию:

$$K_{\text{нер}} \leq 1,5 - 2$$

Среднее количество рабочих определяется согласно формуле:

$$N_{\text{ср}} = \frac{Q}{T_{\text{пл}}},$$

где Q – трудоемкость работ за одну смену или день.

6. **Коэффициент совмещения строительных процессов во времени.** Определяется отношением продолжительности работ, если бы они выполнялись последовательно одна за другой (итог гр. 11 по табл.) к продолжительности строительства, определенной по календарному плану. Чем больше совмещаются строительные процессы, тем выше коэффициент, тем меньше продолжительность строительства. Коэффициент совмещения определяется по формуле:

$$K_{\text{сов}} = \frac{T_{\text{послед}}}{T_{\text{пл}}},$$

где $T_{\text{послед}}$ – продолжительность работ при последовательном способе выполнения. $K_{\text{сов}} > 1$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования СНиП 12-03-2001. Часть 2. Строительное производство. СНиП 12-04-2002. – Новосибирск: Сиб. Унив. Изд-во, 2008. –127 с.
2. Пособие по разработке проектов организации строительства и проектов производства работ для жилищно-гражданского строительства. (К СНиП 3.01.01. – 85) / ЦНИИОМТП. – М.: Стройиздат, 1989. – 160 с.
3. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. ПБ 10-382-00. – М.: Госгортехнадзор России, 2001. – 249 с.
4. СНиП 1.04.03-85*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. Часть 1,2/Госстрой СССР, Госплан СССР. – М.: АПП ЦИТП, 1991.
5. СП 48.13.330.2011 Свод правил. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 Организация строительства.
6. Гончаров А. А. основы технологи возведения зданий: учебник для студ. Учреждений высш. образования / А. А. Гончаров. – М.: Издательский центр «Академия», 2014. – 272 с. – (Сер. Бакалавриат).
7. Грузоподъемные машины для монтажных и погрузочных работ: учебно-справочное пособие / М. Н. Хальфин, А. Д. Кирнев [и др.]. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 608 с.
8. Дикман, Л. Г. Организация строительного производства: учеб. для вузов / Л. Г. Дикман. – Изд. 5-е, перераб. и доп. – М. : АСВ, 2006. – 608 с.
9. Михайлов А. Ю. Организация строительства. Стройгенплан. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. –172 с.
10. Михайлов А. Ю. Технология и организация строительства. Практикум. – М.: Инфра-Инженерия, 2017. – 196 с.
11. Соколов Г. К. Выбор кранов и технических средств для монтажа строительных конструкций: Учеб. пособие /Моск. гос. строит, ун-т. М.: МГСУ, 2002. – 180 с.
12. Теличенко В. И. Технология возведения зданий и сооружений: учебник В. И. Теличенко, А. А. Лапидус, О. М. Терентьев. – М.: Высш. шк., 2001. – 320 с.
13. Хамзин С. К. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование / С. К. Хамзин. – М.: ООО «БАС-ТЕТ» 2006. – 216 с.

Учебное издание

**РАЗРАБОТКА
ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ
НА ВОЗВЕДЕНИЕ ОБЪЕКТА**

Методические указания по курсовому проектированию

Составитель
ШЕСТАКОВА Алена Петровна

В авторской редакции

Подписано в печать 20.12.2019. Формат 60х90 1/16. Усл. печ. л. 2,88.
Тираж 100 экз. Заказ № 19-1247.

Библиотечно-издательский комплекс
федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Тюменский индустриальный университет».
625000, Тюмень, ул. Володарского, 38.

Типография библиотечно-издательского комплекса.
625039, Тюмень, ул. Киевская, 52.