

Частное образовательное учреждение профессионального образования
«Ставропольский многопрофильный колледж»
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям и практической подготовке
по **МДК 01.02 Проект производства работ**
ПМ.01. Участие в проектировании зданий и сооружений
для обучающихся по специальности
08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

Ставрополь, 2024

сведения о сертификате ЭЦ

Владелец: Кандаурова Наталья
Владимировна, директор
Сертификат:
0298d2a100a6b37d85433743564d5a7918
Действителен: с 01.12.2025 12:39:11 по
01.03.2027 12:49:11

Данные методические указания разработаны в соответствии с ФГОС СПО по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений и программой МДК 01.02 «Проект производства работ»

Составитель: Воробьева Л.В.

Рассмотрено на заседании методического объединения УГС 08.00.00 «Техника и технологии строительства», 54.00.00 «Изобразительные и прикладные виды искусств», Протокол № 5 от 24 мая 2021 г.

Рекомендовано Методическим советом СмК Протокол № 8 от 20 мая 2024 г

Содержание

Введение.....	5
Практическая подготовка №1. Решение производственных ситуаций по распределению строительных машин и по типам, назначению и видам выполняемых работ.....	7
Практическое занятие №1. Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов.....	17
Практическая подготовка №2. Определение объемов работ и потребности в материально-технических ресурсах.....	28
Практическая подготовка № 3. Составление номенклатуры работ календарного плана на строительство объекта. Расчет календарного плана.....	36
Практическая подготовка № 4. Рациональный состав бригады и продолжительность выполнения видов работ.....	45
Практическая подготовка № 5. Составление календарного графика на общестроительные работы. Графическая часть календарного плана.....	51
Практическая подготовка № 6. Составление графика движения рабочих. Взаимоувязка общестроительных и специальных работ.....	54
Практическое занятие № 2. Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов (расход материальных ресурсов). Разработка графика движения строительных машин и механизмов.....	61

Практическая подготовка № 7. Расчет транспортных средств для доставки строительных грузов.....	64
Практическая подготовка №8. Определение технико-экономических показателей ППР.....	71
Практическая подготовка №9. Построение модели сетевого графика на заданный цикл работ. Расчет сетевого графика типа «вершины-события». Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме.....	76
Практическая подготовка № 10. Расчет сетевого графика типа «вершины-работы». Построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация сетевого графика.....	87
Практическая подготовка № 11. Определение перечня и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников.....	96
Практическая подготовка №12. Организация складского хозяйства	102
Практическое занятие № 3. Выбор и привязка монтажных кранов. Определение опасных зон на стройгенплане.....	109
Список рекомендуемой литературы.....	118

Введение

Основной задачей методических указаний является получение студентами навыков участия самостоятельной разработки и оформления отдельных частей проекта производства работ, с применением информационных технологий, разработки документов, входящих в проект производства работ, оформления чертежей технологического проектирования с применением информационных технологий, использования в организации производства работ передовой отечественный и зарубежного опыта, знать основные методы организации строительного производства (последовательный, параллельный, поточный); основные технико-экономические характеристики строительных машин и механизмов; методику вариантного проектирования; сетевое и календарное планирование; основные понятия проекта организации строительства; принципы и методику разработки проекта производства работ; профессиональные информационные системы для выполнения проекта производства работ.

Студент должен обладать следующими компетенциями:

ОК 1. Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности применительно к различным контекстам

ОК2. Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности

ОК3. Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие

ОК4. Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами

ОК5. Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке Российской Федерации с учетом особенностей социального и культурного контекста

ОК6. Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей

ОК7. Содействовать сохранению окружающей среды, ресурсосбережению, эффективно действовать в чрезвычайных ситуациях

ОК8. Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности

ОК9. Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности

ОК10. Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках

ОК11. Использовать знания по финансовой грамотности, планировать предпринимательскую деятельность в профессиональной сфере.

ПК 1.1. Подбирать наиболее оптимальные решения из строительных конструкций и материалов, разрабатывать узлы и детали конструктивных элементов зданий и сооружений в соответствии с условиями эксплуатации и назначениями

ПК 1.2. Выполнять расчеты и конструирование строительных конструкций

ПК 1.3. Разрабатывать архитектурно-строительные чертежи с использованием средств автоматизированного проектирования

ПК 1.4. Участвовать в разработке проекта производства работ с применением информационных технологий.

ЛР 4 Проявляющий и демонстрирующий уважение к людям труда, осознающий ценность собственного труда. Стремящийся к формированию в сетевой среде личностно и профессионального конструктивного «цифрового следа»

ЛР13 Способный при взаимодействии с другими людьми достигать поставленных целей, стремящийся к формированию в строительной отрасли и системе жилищно-коммунального хозяйства личностного роста как профессионала

ЛР14 Способный ставить перед собой цели под для решения возникающих профессиональных задач, подбирать способы решения и средства развития, в том числе с использованием информационных технологий;

ЛР 16 Способный искать и находить необходимую информацию используя разнообразные технологии ее поиска, для решения возникающих в процессе производственной деятельности проблем при строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства;

Практическая подготовка № 1. Решение производственных ситуаций по распределению строительных машин и по типам, назначению и видам выполняемых работ

Теоретическая часть

Классификация строительных машин – это система, основанная на распределении машин по совокупности признаков их сходства и различия, а также взаимосвязей. Она делится на различные классификационные подразделения (уровни). Согласно общему классификатору промышленной продукции строительные машины отнесены к классу «Строительные и дорожные машины», который делится на подклассы, группы, подгруппы, виды, подвиды и индексы.

Класс – подразделение машин, объединенных общностью назначения в строительстве.

Подкласс – подразделение машин для определенного вида работ.

Группа – подразделение машин, сходных по принципу действия.

Подгруппа – подразделение машин, объединенных принципом действия, методом выполнения технологической операции, конструктивной схемой, ограниченное величинами главного параметра.

Вид – разновидность данной подгруппы.

Подвид – разновидность данного подвида, отличающаяся конструктивным исполнением, например, ходового устройства.

Индекс – конкретное обозначение модели машины данного подвида.

Все машины, применяемые для производства строительно-монтажных работ, делятся на: машины строительные и машины дорожные.

К дорожным относятся: грунтосмесители, фрезы, нарезчики швов, распределители дорожных смесей, асфальтоукладчики, профилировщики оснований, автогудронаторы.

Отдельную группу составляют машины ручные, пневматические и электрические, т. е. механизированный инструмент.

Основой укрупненной классификации строительной техники является назначение машин.

Они по назначению делятся на подклассы:

- I. Машины для земляных работ.
- II. Машины подъемно-транспортные.
- III. Машины для буровых работ.
- IV. Машины для свайных работ.
- V. Машины для бетонных и железобетонных работ.
- VI. Машины для отделочных работ.
- VII. Машины дорожные.
- VIII. Ручные машины (механизированный инструмент).

Более детальная классификация машин проводится также по конструкции, виду рабочего органа, возможности перемещения, роду привода, степени поворота, способу опирания.

Помимо этого, действует общий классификатор, определяющий назначение и место строительных и дорожных машин.

Все они по диапазону температур, при которых они сохраняют свою работоспособность, подразделяются на две группы:

– машины общего назначения, предназначенные для работы при температуре ± 40 °С (исполнение У);

– машины специальные, специального исполнения, предназначенные для работы при температуре до -60 °С (исполнение УХЛ) и машины для работы при температуре до $+60$ °С (исполнение Т).

Предусмотрена классификация грузоподъемных кранов по режимам работы.

Установлены также классы использования С0 ... СЭ в зависимости от числа циклов работы крана за срок его службы, классы погружения 0 ... 4 в зависимости от коэффициента нагружения и группа режима работы кранов в зависимости от класса использования и класса нагружения.

Комплексная механизация земляных работ осуществляется на основе рационального выбора машин и оборудования, обеспечивающего их работу во взаимно согласованных режимах, увязанным по производительности и условиям наилучшего выполнения технологического процесса. В совокупности машин, выполняющих взаимовязанные работы технологического процесса, выделяют ведущую машину, которая определяет темп и ритм работы.

Задание 1.

Запроектировать состав машин и механизмов по принципу комплексной механизации для планировки участка тракторными скреперами Д – 183, емкостью ковша $2,25 \text{ м}^3$.

1. Подобрать трактор для передвижения скреперов;
2. Определить необходимое количество скреперов;
3. Подобрать плуг для рыхления грунта;
4. Подобрать катки для уплотнения грунта;

Участок имеет прямоугольную форму. Объем срезки грунта = 60000м^3 .
Средняя длина перемещения грунта $L_1 = 250 \text{ м}$.

Средняя длина проходки плуга при рыхлении грунта $L_2 = 200 \text{ м}$. Грунт – тяжелый суглинок (по классификации грунтов для разработки скреперами, согласно данным ЕНиР на земляные работы, сборник 2, выпуск 1, тяжелый суглинок относится ко 2-й группе грунтов).

Общая продолжительность земляных работ должна быть не более 3 месяцев.

Работа производится в 2 смены.

Алгоритм выполнения задания:

1. Согласно данным (таблица 16) наиболее подходящим для данного типа скрепера является трактор ДТ – 54.

2. Определяем техническую часовую производительность скрепера.

$$P_{\text{тех}} = \frac{60Q}{T_{\text{ц}}} \text{ м}^3 / \text{час}, \quad (1)$$

где Q – объем земли в плотном состоянии, помещающийся в ковше скрепера в м^3 ;

$T_{\text{ц}}$ – время полного цикла скрепера в *мин*;

Q – определяется по формуле:

$$Q = q \frac{K_n}{K_p}, \quad (2)$$

где q – геометрическая емкость ковша скрепера в м^3

$q = 2,25 \text{ м}^3$;

K_n – коэффициент наполнения ковша (таблица 2);

$K_n = 1$;

K_p – коэффициент приведения объема грунта в ковше к плотному телу;

Согласно данным таблицы 2 для связных грунтов, $K_p = 1,25$. Отсюда

$$Q = 2,25 \frac{1}{1,25} = 1,80 \text{ м}^3.$$

Значение T_u

$$T_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (3)$$

где $t_1 = \frac{l_1}{v_1}$ - время наполнения ковша в *мин*;

$t_2 = \frac{l_2}{v_2}$ - время движения скрепера в груженом состоянии в *мин*;

$t_3 = \frac{l_3}{v_3}$ - время разгрузки скрепера в *мин*;

$t_4 = \frac{l_4}{v_4}$ - время порожнего хода скрепера;

$t_5 = \frac{l_5}{v_5}$ - время поворота скрепера;

l_1, l_2, l_3, l_4, l_5 - длина соответствующего пути при принятой схеме разработки;

v_1, v_2, v_3, v_4, v_5 - скорость трактора на соответствующих участках пути.

Расчетная скорость движения трактора ДТ-54 при наборе грунта (на 1-ой передаче) равна $3,59 \text{ км/час} = 60 \text{ м/мин}$.

То же при движении в груженом состоянии (на 3-ей передаче)

$$v_2 = 5,43 \text{ км/час} = 90 \text{ м/мин}.$$

То же при разгрузке скрепера (на 3-ей передаче)

$$v_3 = 5,43 \text{ км/час} = 90 \text{ м/мин};$$

То же при порожнем ходе (на 4 – 5-ой передачах)

$$v_4 = 6,28 \text{ км/час} = 105 \text{ м/мин}.$$

То же при повороте скрепера (на 2-ой передаче)

$$v_5 = 4,65 \text{ км/час} = 78 \text{ м/мин}.$$

Длина участков путей

Длина участка пути при наборе грунта определяется по формуле:

$$l_1 = \frac{Q}{bh_1K_{np}}, \quad (4)$$

где $Q = 1,80 \text{ м}^3$ (по предыдущему);

b – ширина режущей кромки ножа $1,65 \text{ м}$;

h_1 – толщина срезаемой стружки $0,15 \text{ м}$;

K_{np} – коэффициент, учитывающий неравномерность толщины стружки;

$K_{np} = 0,7$ (таблица 2).

Отсюда длина первого участка l_1 будет равна:

$$l_1 = \frac{1,80}{1,65 \times 0,15 \times 0,7} = 10,5 \text{ м}.$$

l_2 – (длина пути перевозки грунта) по условию задачи равна 250 м .

Далее определяем l_3 – длину пути разгрузки скрепера.

По данным (таблица 16) принимаем толщину разгружаемого слоя: $a_1 = 20 \text{ м}$; тогда по предыдущему

$$l_3 = \frac{q \cdot K_n}{a^1 \cdot b} = \frac{2,25 \times 1}{0,20 \times 1,65} = 6,8 \text{ м}.$$

l_4 (длина порожнего хода скрепера) равна 250 м .

Определяем l_5 (длину двух поворотов скрепера).

При радиусе поворота $R=5 \text{ м}$ путь поворота составит:

$$l_5 = 2\pi R = 2 \times 3,14 \times 5 = 31,4 \text{ м}.$$

Подставляя найденные величины в формулу времени полного цикла скрепера $T_{ц}$ получим:

$$T_{ц} = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_4}{v_4} + \frac{l_5}{v_5} = \frac{10,5}{60} + \frac{250}{90} + \frac{6,8}{90} + \frac{250}{105} + \frac{31,4}{78} = 5,47 \text{ мин}.$$

Техническая часовая производительность скрепера будет равна:

$$P_{mex} = \frac{60Q}{T_{ц}} = \frac{60 \times 1,80}{5,47} = 19,8 \text{ м}^3/\text{час}.$$

Сменную эксплуатационную производительность скрепера определяем по формуле:

$$P_{\text{э}} = T_{\text{см}} \cdot P_{\text{тех}} \cdot K_{\text{в}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{см}}$ – число часов работы скрепера в смену; $T_{\text{см}} = 8$ часов;

$P_{\text{тех}}$ – техническая часовая производительность скрепера;

$K_{\text{в}}$ – коэффициент использования во времени в течение смены, который принимается равным 0,8 – 0,9;

Подставляя значения $T_{\text{см}}$, $P_{\text{тех}}$, $K_{\text{в}}$, получим:

$$P_{\text{э}} = 8 \times 19,8 \times 0,85 = 135 \text{ м}^3.$$

При сроке работ 3 месяца (66 рабочих дней) скреперы могут разработать грунта за 1 день $\frac{60000}{66} = 909 \text{ м}^3$.

Исходя из этого необходимое количество скреперов будет равно:

$$N = \frac{909}{135 \times 2} = 4 \text{ штуки.}$$

Производительность четырех скреперов за 1 день (2 смены) составит:

$$135 \times 4 \times 2 = 1080 \text{ м}^3.$$

Для разрыхления грунта перед работой скрепера может быть принят легкий разрыхлитель (таблица 16).

Техническая производительность плуга за 1 час сменной работы определяется по формуле:

$$P_{\text{тех}} = \frac{60 \cdot b \cdot h \cdot L_2}{\frac{L_2}{v} + t_n}, \quad (6)$$

где b – ширина разрыхляемой полосы в м; $b = 1,63$ м;

h – глубина рыхления в м; $h = 0,30$ м;

L_2 – длина разрыхляемого участка: $L_2 = 200$ м;

v – скорость движения трактора ЧТЗ – 65 в м/мин (на 1 передаче).

$$v = \frac{300 \times 1000}{60} = 50 \text{ м/мин};$$

$t_{\text{п}}$ – время, затрачиваемое на поворот; $t_{\text{п}} = 1 \text{ м}$.

$$P_{\text{мех}} = \frac{60 \cdot 1,63 \cdot 0,30 \cdot 200}{\frac{200}{50} + 1} = 81 \text{ м}^3$$

Эксплуатационная производительность за 1 смену (8 часовой рабочий день) при $K_g = 0,85$ равна:

$$P_g = P_{\text{мех}} \cdot T_{\text{см}} \cdot K_g = 81 \times 8 \times 0,85 = 551 \text{ м}^3.$$

При работе в 2 смены производительность за 1 день составит $551 \times 2 = 1102 \text{ м}^3$.

По данным таблицы 5 подбираем для уплотнения грунта прицепной каток типа Д – 130-А.

Производительность этого катка в смену равна при одном катке $0,36 \times 2700 = 940 \text{ м}^3$; $0,36 \times 3100 = 1116 \text{ м}^3$;

Таким образом, проектируя комплексную механизацию процесса, удалось подобрать агрегаты, довольно близко подходящие друг к другу по производительности, причем они будут загружены примерно одинаково.

Общая продолжительность работ катка будет равна

$$\frac{60000}{1080} = 56 \text{ рабочих дня}.$$

Всего ежедневно на работе будет занято:

4 скрепера ДТ – 54 , работающие в 2 смены;

1 легкий рыхлитель, работающий в 2 смены;

1 каток Д – 130-А работающий в 1 смену.

Таблица 1 – Данные для расчета производительности скреперов.

Грунт	K_n	K_p
Песчаный	0,8	0,12
.	1	1,25
Суглинок	1	1,35
.		

Глина		
-----------------	--	--

I. Сопротивления движению транспортных скреперов:

для хорошей грунтовой дороги -80 кг/т,
для бездорожья -200 кг/т

II. Значение коэффициентов наполнения ковша и разрыхления грунта K_n и K_p . III. Коэффициент K_{nr} , применяемый для учета неравномерности снимаемой стружки – 0,7.

Таблица 2 – Технические характеристики колесных тракторных скреперов. Основные технические показатели.

Марка скрепера	Емкость ковша		Ширина резания		Глубина резания, мм	Тип трактора или тягача	Номинальная мощность, л.с.	Толщина выгружаемого слоя (максимальная), мм	Наименьший радиус поворота, м
	геометрическая, м ³	При наборе грунта «с шапкой», м ³	по ковшу скрепера, м	вместе с открылками, м					
Д-217	1,5	1,7	1,02	1,10	100	КД-35	37	200	3
Д-183	2,25	2,50	1,65	1,86	150	ДТ-54	54	300	3
Д230	2,25	2,50	1,65	1,86	120	ДТ-54	54	300	3
Д-354	2,75	3,20	1,90	2,16	150	ДТ-54	54	200	4
Д-147	6,0	8,0	2,59	2,59	300	С-80	80	400	5
Д-222	6,0	8,0	2,59	2,59	300	С-100	100	350	5
Д-222А	8,0	10,0	2,59	2,59	300	С-100	100	300	5
Д-213А	10,0	12,0	2,83	2,83	350	С-140	140	300	6
Д-188	15,0	18,0	3,12	3,12	300	С-140	140	400	7
Д-106	4,2	-	1,50	-	173	и толкач С-80	80	400	7
Д-357-Г	9	-	2,72	-	300	МАЗ-529В	165	400	2
Д-374	7	10,0	2,59	-	300	С-100	100	450	6
								350	3

Таблица 3 – Техническая характеристика тракторов

Марка	Тяговая мощность трактора, л.с.	Скорость движения, км/час					Тяговое усилие на крючке в кг на 1 передаче
		Передачи					
		I	II	III	IV	V	
КД-35	24	3,83	4,67	5,25	6,16	9,17	1750
ДТ54	36	3,59	4,65	5,43	6,28	7,9	2850
С-80	59	2,25	3,6	5,14	7,4	9,65	8806

С-100	-	2,36	4,51	5,4	6,45	10,15	9000
С-140	-	2,38	4,2	5,8	7,87	10,9	14850
АСХТЗ-НАТИ	32	3,78	4,47	5,22	2,95	-	2500
К8-35	37	3,64	4,53	5,14	6,10	9,11	1960
ХТЗ-Т21	45	3,82	4,53	5,28	8,04	-	2000
	52	3,82	4,53	5,28	8,04	-	2500
ГТЗ-60	60	3,0	4,04	5,90	-	-	4400
ЧТЗ-65	65	3,60	4,85	6,95	-	-	4000
ЧТЗ (газогенераторный)							
С-65	60	3,65	4,90	7,00	-	-	2650
	70	2,50	-	-	-	11,50	6000

Таблица 4 – Характеристики рыхлителей

		Ширина захвата, м	Наибольшая глубина рыхления, м	Вес, кг	Марка тягача
I. Плуги:					
	К-56	0,56	0,25	850	СТЗ
	К-56РБ	1,62	0,25	865	НАТИ
	ЭК-54	1,62	0,25	2250	ЧТЗ
II. Рыхлители:					
	пятистойковый легкий	1,63	0,30	1200	ЧТЗ-60
	трехстойковый тяжелый	2,75	0,70	3700	ЧТЗ-65
	трех-пятистойковый, тяжелый	2,40	0,55-0,60	4320	С-80
	роторный РК-1	3,00	0,30	1600	СХТЗ-НАТИ
	роторный РР	1,57	0,40	2000	С-80

Таблица 5 – Катки для уплотнения грунта

Тип катка	Вес катка		Толщина уплотнения, м	Производительность в смену, м ³	
	без балласта, т	с балластом, т		1 катком	3 катками
I. Прицепные катки					
Д-126А	2,6	4,4	0,10-0,13	2000	6000
Д-130А	3,2	5,0	0,25-0,35	2700	8000
Д-130Б	3,74	5,52	0,40	3000	8000
Д-220	12,7	28,3	0,50-0,80	8000	-
II. Катки на пневматических шинах					
Д-219	1,9	10,0	0,15-0,20	1000	
Д-263	5,0	25,0	0,20-0,30	1400	
Д-326	10,0	50,0	0,25-0,30	3000	
Д-242	10,0	70,0	0,25-0,50	3000	

Задания к практической подготовке

1. Подобрать трактор для передвижения скреперов;
2. Определить необходимое количество скреперов;
3. Подобрать плуг для рыхления грунта;
4. Подобрать катки для уплотнения грунта;

5. Начертить схемы планировки грунта скрепером.
6. Начертить схемы планировки грунта бульдозером.

Варианты заданий представлены в таблице 6.

Таблица 6–Варианты заданий

№ варианта	Марка скрепера	Q, м ³	L ₁ , м	L ₂ , м	Характер грунта	Продолжительность работы, месяцев
1	Д-217	48000	300	180	Глина мягкая	2
2	Д-354	65000	400	160	Суглинок легкий	3
3	Д-147	72000	450	190	Супесок	4
4	Д-222	60000	600	220	Суглинок тяжелый	3
5	Д-222-А	70000	800	300	Глина	4
6	Д-213-А	62000	1000	350	Суглинок тяжелый	4

Примечания: 1. Работа скреперов организуется в 1 смену. 2. Для легких суглинков и супесков рыхлить грунт не требуется.

Решить предыдущую задачу с изменением ее условий согласно вариантам, приведенным в таблице 20.

Вопросы к практической подготовке

1. Проанализировать применение различных комплектов машин и механизмов при комплексной механизации работ по вертикальной планировке строительных площадок в зависимости от конкретных условий.
2. Проанализировать, как влияет на выбор комплекта (ведущей машины) дальность транспортирования грунта.
3. Проанализировать, от чего зависит и как определяется производительность полуприцепных и самоходных скреперов.
4. Классификация строительных машин.
5. Что такое класс, группа?

Практическое занятие №1. Организация строительного производства поточным методом (поточно-расчлененным, поточно-комплексным). Расчет параметров потока. Построение графиков потока и графиков ресурсов

Теоретическая часть

Поточным методом строительства называется метод, при котором бригады (звенья) рабочих постоянного состава, оснащенные соответствующим набором инструмента и строительных машин, выполняют одни и те же разнотипные работы, максимально совмещенные во времени на различных фронтах работ (захватках, участках).

Сущность поточного строительного производства может быть пояснена следующим примером. Предположим, требуется построить N одинаковых объектов. Строительство можно организовать не поточным (*последовательным, параллельным*) или *поточным* методом.

При *последовательном методе* (рисунок 7) каждый объект строится после того, как построен предыдущий. Этот метод имеет следующие особенности: сравнительно большую продолжительность строительства, прерывное выполнение однотипных работ и минимальное единовременное потребление для их производства ресурсов. Например, комплекс работ по возведению подземной части здания и потребление соответствующих материально-технических ресурсов прерываются на период возведения подземной части здания и отделочных работ; в свою очередь монтаж конструкций и поставка на объект ресурсов прерываются на период отделочных работ и т. д.

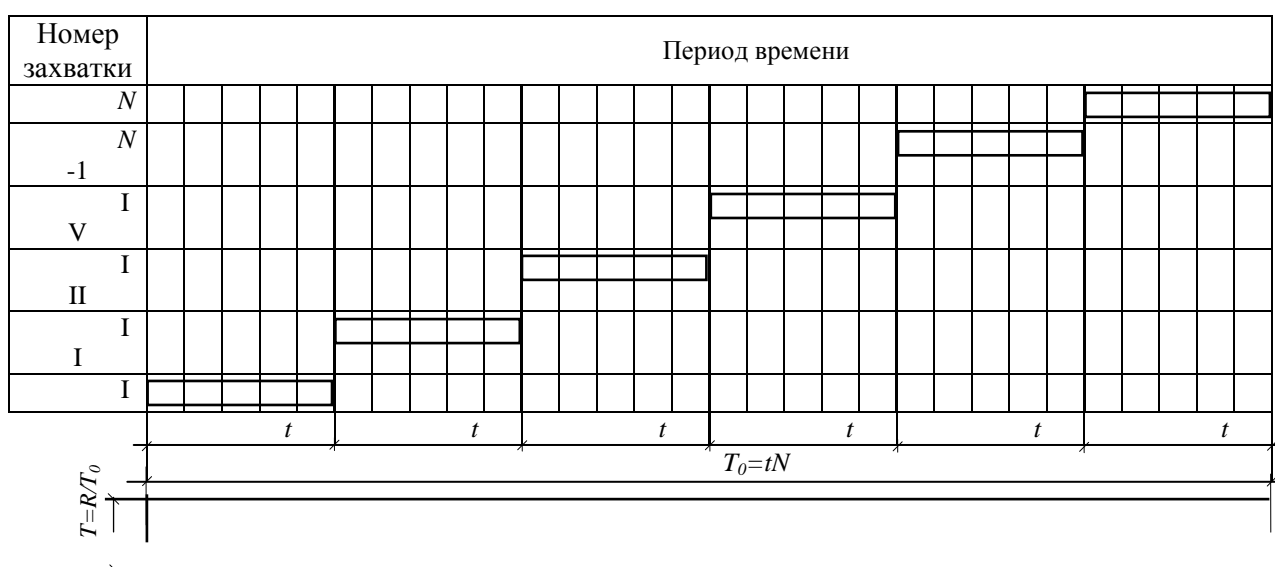


Рисунок 7 – График строительства последовательным методом

Допустим, что необходимо построить N одинаковых участков теплотрассы. При последовательном методе строительства предполагается максимальная продолжительность работ, так как общий срок. T_0 строительства равен произведению времени t возведения одной захватки на их число N , т. е.

$$T_0 = tN. \quad (7)$$

Уровень потребления ресурсов (рабочих кадров, машин, материалов) будет минимальным: $\gamma = R / T_0$ (где R – количество ресурсов на весь объем строительства), а длительность потребления – максимальной. Каждый из видов ресурсов будет участвовать кратковременно, так как в процессе сооружения одного участка теплотрассы периодически требуются рабочие разных специальностей, различные машины, механизмы и материалы. Неизбежны также простои машин и потери на их перебазировку. Частая смена видов материалов, изделий и конструкций вносит большие трудности в работу предприятий-изготовителей, транспорта и органов снабжения.

Параллельный метод обеспечивает минимальную продолжительность, так как срок строительства равен сроку сооружения одного участка:

$$T_0 = t.$$

Потребление – ресурсов, как видно из графика, возрастает в N раз и равно $R = \gamma N$. Однако здесь, так же как и при последовательном методе, вид и количество потребляемых ресурсов постоянно изменяются в зависимости от периода строительства. При параллельном методе (рисунок 8) одновременно начинается и заканчивается строительство всех участков теплотрассы.

Но современный уровень строительного производства, когда строительномонтажные работы в основном ведутся силами мощных подрядных общестроительных организаций, исключает использование последовательного параллельного методов строительства в чистом виде. Это связано в первую очередь с необходимостью равномерного использования ресурсов (машин, рабочих бригад и т. п.), а также с ограниченностью этих ресурсов.

Например, при строительстве любого объекта по мере выполнения работ в установленной технологической последовательности освобождаются механизмы и бригады, закончившие работы определенного этапа. Так, вначале освобождается землеройная техника, затем бригады монтажников, монтажные краны и т. д. Для того чтобы эти мощности не простаивали, их необходимо переключить на строительство другого объекта.

При одновременном выполнении работ на многих объектах в определенные периоды потребность в однородных ресурсах может значительно превысить их фактическое наличие. *Поточный метод*, сохраняя соответствующие преимущества последовательного и параллельного способов, позволяет избежать их недостатков. При поточном методе работы по сооружению каждого из участников (захваток) делят на n процессов. На комплексе из N участников *однородные процессы выполняют последовательно друг за другом, а разнородные – параллельно* (рисунок 9). Продолжительность строительства N захваток-участков, расчлененных на n процессов, будет больше, чем при параллельном, но меньше, чем при последовательном методе. Интенсивность потребления ресурсов здесь также будет больше, чем при последовательном методе, но меньше, чем при параллельном.

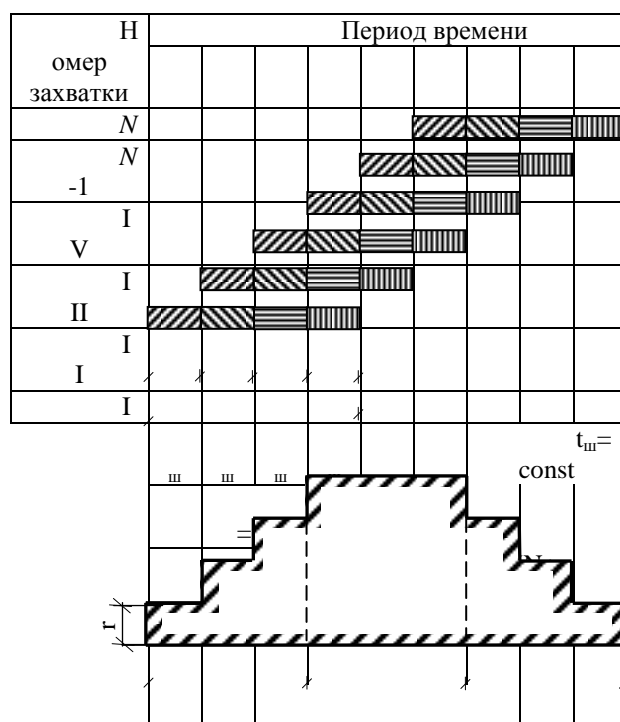
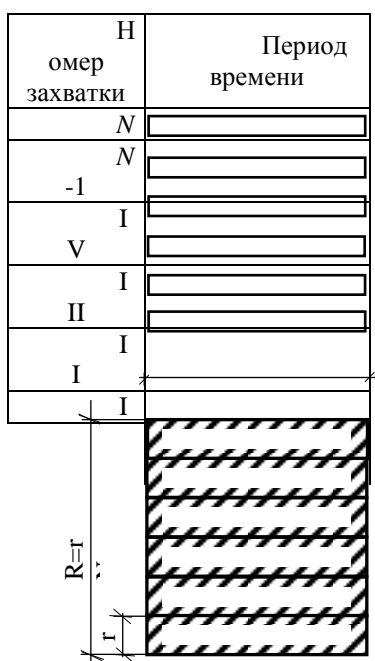


Рисунок 8– График строительства параллельным методом

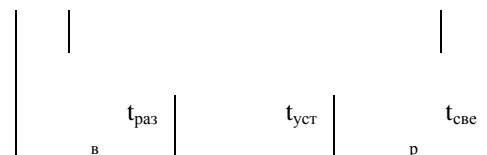


Рисунок 9– График строительства поточным методом

Для поточного метода характерны следующие черты:

- 1) расчленение работы на составляющие процессы в соответствии со специальностью и квалификацией исполнителей;
- 2) расчленение фронта работ на отдельные участки (захватки) для создания наиболее благоприятных условий работ отдельным исполнителям;
- 3) максимальное совмещение процессов во времени.

Поточный метод обеспечивает равномерность потребления, ресурсов и ритмичность выпуска готовой продукции (в данном примере – участков теплотрассы). Поточная организация создает, в свою очередь, благоприятные условия для работы организаций-смежников: подрядных организаций, заводо-поставщиков, транспорта, снабженческих органов.

Строительные потоки характеризуются временными, пространственными, технологическими, статическими и динамическими параметрами.

Временные параметры являются наиболее важными. Характеризуя развитие потока во времени, они устанавливают темп поточного строительства и достижение намеченного срока. К временным параметрам строительного потока относятся:

- общая продолжительность работ по потоку T ;
- суммарная продолжительность выполнения всех работ на одной захватке T_i ;
- суммарная продолжительность работы каждой бригады на всех захватках $T_{бр}$;
- ритм бригады (продолжительность работы бригады на захватке) $t_{бр}$;
- шаг потока (промежуток времени между началом работ двух соседних бригад на одной захватке) $t_{ш}$;

– технологический перерыв между смежными процессами (перерыв, обусловленный требованиями технических условий на производство работ, характером и свойствами применяемых материалов, например, твердение бетона, сушка штукатурки и т.д.) $t_{\text{техн}}$;

– организационный перерыв (перерыв, вызванный необходимостью перемещения рабочих или подготовкой фронта работ для выполнения последующего процесса) $t_{\text{орг}}$;

– период развертывания потока (интервал времени между началом первого и завершающего вида работ по первой захватке) $t_{\text{разв.}}$;

– период свертывания потока (интервал времени, в течение которого бригады постепенно выключаются из работы) $t_{\text{свер.}}$.

Статические параметры являются исходными и не зависят от производственных условий. К ним относятся:

- объем работ V_i ;
- трудоемкость работ Q ;
- стоимость работ C_i .

Динамические параметры определяются конкретными производственными условиями. К ним относятся: численность рабочих R , выработка одного рабочего в день в стоимостных измерителях $\&$, интенсивность потока в натуральных измерителях li .

Параметры потока выражают его временные, организационные, пространственные характеристики и позволяют определить зависимости между ними.

К временным параметрам потока относятся:

T_0 – общая продолжительность работ по потоку в целом;

$T1$ – суммарная продолжительность выполнения бригадами потока всех работ на одной захватке;

$T_{\text{бр}}$ – суммарная продолжительность работ каждой отдельной бригады на всех захватках;

$t_{\text{бр}}$ – продолжительность работы бригады на захватке;

$t_{\text{орг}}$ – организационные перерывы между работами смежных бригад на одной и той же захватке;

$t_{\text{техн}}$ – технологические перерывы между работами смежных бригад на одной и той же захватке;

$t_{\text{ш}}$ – ритм (шаг) потока, время выполнения на одной захватке всех технологических и организационно нерасчленимых операций и работ, образующих частный или специализированный поток и выполняемых одной бригадой (звеном).

К организационным параметрам потока относятся:

n – количество отдельных процессов, на которое разбивается весь производственный процесс строительства объекта; количество бригад, участвующих в потоке и работающих в первую смену;

P – количество параллельных потоков в пределах объекта, комплекса.

К пространственным параметрам относится общее количество захваток N .

Расчетные формулы потока получают исходя из следующих предположений:

а) работу на каждой последующей захватке начинают с интервалом, равным шагу потока;

б) на одной захватке может работать одна бригада (звено) или несколько бригад с одинаковым ритмом;

в) размер каждой захватки остается неизменным для всех видов работ, выполняемых на захватках; г) после выполнения всего комплекса работ на одной захватке работы на каждой из последующих захваток заканчивают не позднее чем через интервал, равный шагу потока. Эти предположения позволяют рассчитать параметры для наиболее простых видов потока: равно - и кратноритмичных.

В равноритмичных потоках ритмы $t_{\text{бр}}$ работы всех бригад одинаковы и равны ритму потока, т.е. $t_{\text{бр}}=t_{\text{ш}}$

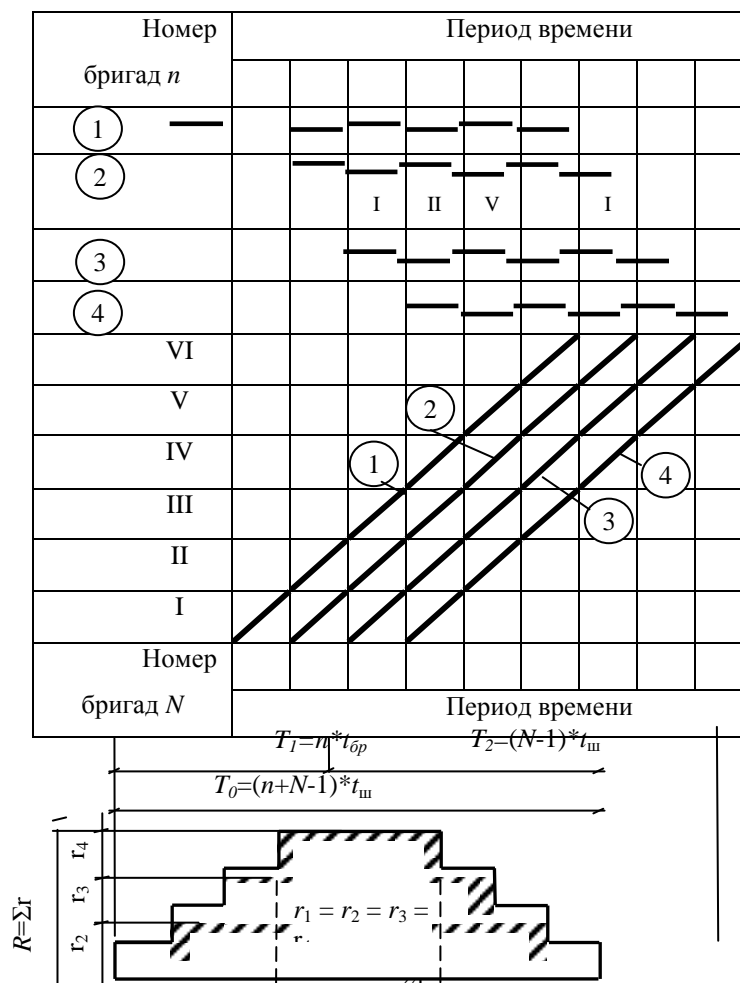
С помощью графиков (рисунок 9) можно вывести формулы, связывающие между собой основные параметры потока. Общая продолжительность работ у всех бригад в потоке $T_{\text{бр}}$ одинакова, а общую продолжительность работы по объекту T_0 можно разбить на две части T_1 и T_2 тогда:

$$T_0 = T_1 + T_2. \quad (8)$$

$$T_0 = nt_{\delta p} + (N-1)t_{\text{ш}}. \quad (9)$$

$$T_0 = (n+N-1)t_{\text{ш}}. \quad (10)$$

Из формулы (8), являющейся основной формулой потока, видно, что чем меньше ритм потока $t_{\text{ш}}$, тем меньше и общая продолжительность работ. Но возможная минимизация величины $t_{\text{ш}}$ ограничена значениями многих факторов потока. К ним в первую очередь относятся: размеры захваток, рациональный состав бригад по количеству и профессиям рабочих, технологические условия выполнения работ и их увязки между смежными бригадами, соблюдение требований охраны труда и т. д. В зависимости от характера исходных данных по формуле (10) можно рассчитывать различные элементы потока.



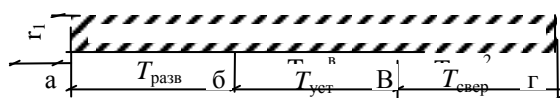


Рисунок 9 – Линейный график, циклограмма и диаграмма ресурсов
равноритмичного потока

Так, при заданной общей продолжительности строительства и известном количестве бригад и захваток величина шага потока $t_{ш}$ определяется по формуле:

$$t_{ш} = T_0 / (N + n - 1). \quad (11)$$

Если на захватке последующую работу можно выполнять только после определенного перерыва, обусловленного технологией работ (например, сушка штукатурки до начала малярных работ, выдержка цементной стяжки до выполнения работ по устройству полов и др.), то появляется необходимость в технологических перерывах $t_{техн}$. Тогда T_0 определяется по формуле:

$$T_0 = T_1 + (N - 1)t_{ш} + t_{техн}. \quad (12)$$

Организационные перерывы $t_{орг}$ возникают в ряде случаев по условиям охраны труда, а при неритмичных потоках – в случае сдвижки сроков работы бригады. Если эти перерывы не учтены в продолжительности шага потока, то их значения включаются в расчетную формулу общей продолжительности потока, тогда

$$T_0 = T_0 + (N - 1)t_{ш} + t_{техн} + t_{орг}. \quad (13)$$

В развитии строительного потока в рамках объекта или комплекса можно выделить три периода (рис. 10):

1) период развертывания потока $T_{разв}$, когда в поток с интервалом, равным его ритму, в работу последовательно включаются бригады и необходимые машины;

2) период установившегося потока $T_{уст}$, которому соответствует постоянное и максимальное количество рабочих;

3) период свертывания потока $T_{свер}$, когда из потока с интервалом, равным его ритму, последовательно выключаются бригады (звенья) рабочих $T_{свер}$ является также периодом выпуска готовой продукции потока). Период развертывания потока ($T_{разв}$) определяется по формуле:

$$T_{разв} = n - t_{ш}. \quad (14)$$

Эти периоды видны также из графика движения рабочей силы:

$T_{разв}$ равно отрезку аб;

$T_{уст}$ – отрезку бв,

$T_{свер}$ – отрезку вг.

Отрезки *аб* и *вг* равны между собой. Если первая бригада потока заканчивает свою работу, а последняя еще не приступила к ней, то поток называют неустановившимся. Это характерно для случая, когда число захваток N меньше чем $n+1$. Если число захваток N равно n , то поток также никогда не доводится до максимального числа рабочих. На определенный период в потоке наибольшее число рабочих меньше возможного максимального числа их в установившемся потоке на количество рабочих первой бригады потока. А если число захваток, N меньше n , то число рабочих всегда меньше максимального уровня.

Задание к практическому занятию

1. Выполнить расчет параметров и построить циклограмму равномерного потока без совмещения работ. Технологические и организационные перерывы при возведении объекта не предусмотрены. Варианты заданий приведены в таблице 7.

2. Выполнить расчет параметров и построить циклограмму равномерного потока без совмещения работ. Между вторым и

третьим строительным процессом необходимо предусмотреть технологический перерыв продолжительностью в две единицы времени. Варианты заданий приведены в таблице 7.

3. Выполнить расчет параметров и построить циклограмму *равноритмичного потока* без совмещения работ при $n = 4$ (число захваток), $m = 3$ (число работ) и $a = 2$ (продолжительность работы на одной захватке в принятых единицах времени). Технологические и организационные перерывы при возведении объекта не предусмотрены. Состав и объемы работ выдаются преподавателем.

4. Выполнить расчет параметров и построить циклограмму *равноритмичного потока* без совмещения работ при $n = 4$ (число захваток), $m = 3$ (число работ) и $a = 4$ (продолжительность работы на одной захватке). Между вторым и третьим строительным процессом необходимо предусмотреть технологический перерыв продолжительностью в две единицы времени. Состав и объемы работ выдаются преподавателем.

Таблица 7 – Варианты заданий

Вариант 1					Вариант 2					Вариант 3							
N	Процессы, n				N	Процессы, n				N	Процессы, n						
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4			
Объекты	I	1	3	4	1	Объекты	I	2	3	3	3	Объекты	I	3	1	4	1
	II	3	4	5	3		II	1	2	5	2		II	2	3	3	2
	III	4	3	2	2		III	3	4	4	3		III	1	4	5	4
R_i , чел.	6	8	10	5	R_i , чел.	5	8	10	6	R_i , чел.	5	6	10	6			
Вариант 4					Вариант 5					Вариант 6							
N	Процессы, n				N	Процессы, n				N	Процессы, n						
	1	2	3	4		1	2	3	1		1	2	3	4			
Объекты	I	2	4	5	2	Объекты	I	2	5	4	2	Объекты	I	7	8	6	2
	II	3	6	3	2		II	2	3	6	3		II	6	7	7	4
	III	1	5	4	1		III	1	4	5	1		III	5	5	6	3
R_i , чел.	5	14	10	5	R_i , чел.	5	10	12	5	R_i , чел.	14	16	14	8			
Вариант 7					Вариант 8					Вариант 9							
N	Процессы, n				N	Процессы, n				N	Процессы, n						
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4			
Объекты	I	2	4	3	3	Объекты	I	4	5	4	3	Объекты	I	2	3	4	3
	II	2	3	5	2		II	3	7	5	4		II	5	6	3	1

	Ш	3	5	7	4		Ш	4	3	2	3		Ш	3	5	4	2
R_i , чел.	6	10	12	8		R_i , чел.	10	12	10	8		R_i , чел.	8	12	10	5	
Вариант 10					Вариант 11					Вариант 12							
N		Процессы, n				N		Процессы, n				N		Процессы, n			
		1	2	3	4			1	2	3	4			1	2	3	4
ОБЪЕКТЫ	I	1	3	4	1	ОБЪЕКТЫ	I	2	4	3	2	ОБЪЕКТЫ	I	2	3	2	4
	II	2	4	7	3		II	3	7	5	3		II	3	5	1	2
	III	4	5	6	1		III	4	5	6	2		III	4	6	3	2
R_i , чел.	6	10	14	5		R_i , чел.	8	14	12	6		R_i , чел.	8	12	5	6	

Вопросы к практическому занятию

1. Что представляет поточный метод производства?
2. Для поточного метода характерны какие черты?
3. Что такое шаг потока?
4. Что такое ритм потока?
5. Линейный график Гантта.
6. Что такое деланка и захватка?

Практическая подготовка № 2. Определение объемов работ и потребности в материально-технических ресурсах

Теоретическая часть

Календарный план ~ это такой проектно-технологический документ, который определяет последовательность, интенсивность и продолжительность производства работ, их взаимоувязку, а также потребность (с распределением во времени) в материальных, технических, трудовых, финансовых и других ресурсах, используемых в строительстве. В основу составления рациональных календарных планов строительства закладывается нормализованная технология возведения зданий и сооружений. Основная задача календарного планирования состоит в составлении таких расписаний выполнения работ, которые удовлетворяют всем ограничениям, отражающим в технологических моделях строительства объектов взаимоувязку, сроки интенсивности ведения работ, а также рациональный порядок использования ресурсов. Календарный план

строительства отдельного объекта входит в состав проекта производства работ, составляемого по рабочим чертежам. Календарный план производства работ на объекте состоит из двух частей: левой - расчетной (табл. 1) и правой – графической. Графическая часть может быть линейной (график Ганта, циклограмма) или сетевой.

Исходными данными для разработки календарного плана являются:

- материалы проекта (генеральный план, строительная и сметная части и др.); нормативная или заданная продолжительность строительства объекта или комплекса;
- сроки застройки жилого микрорайона, определенные в результате решения задачи об очередности и сроках застройки городских территорий;
- условия осуществления строительства;
- перечень основных и вспомогательных зданий и сооружений;
- объемы работ, их стоимость и ресурсоемкость;
- данные о наличии производственной базы строительной индустрии и возможностях ее использования;
- сведения об условиях поставки и транспортирования с предприятий-поставщиков строительных конструкций, готовых изделий, материалов и оборудования;
- сведения об условиях обеспечения кадрами строителей;
- принятые решения по методам организации строительства и методам производства основных работ;
- организационно-технологические схемы возведения отдельных объектов и строительства комплекса (микрорайона) в целом, членение объекта и территории застройки на участки, очередность застройки территории;
- проекты-аналоги, фактические данные об их реализации;
- данные, характеризующие возможности подрядных организаций и материально-технической базы строительства;
- нормативная, методическая и справочная литература.

Целью календарного планирования при разработке проекта организации строительства является: обоснование заданной или выявление технически и ресурсно возможной продолжительности строительства проектируемого комплекса (объекта); определение сроков строительства и ввода отдельных частей комплекса, а также сроков выполнения отдельных основных работ; определение размеров капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ в отдельные календарные периоды осуществления строительства; определение сроков поставки основных конструкций, материалов и оборудования для строящихся зданий; определение требуемого количества и сроков использования строительных кадров и основных видов строительной техники.

По заданному варианту производится подсчет объемов общестроительных работ и специальных работ. Объемы работ подсчитываются в соответствующих единицах измерения. Подсчет объемов работ производится по циклам строительства, начиная с земляных работ (нулевой цикл). Затем надземный цикл, отделочный цикл и специальные работы. Подсчет объемов работ ведется в табличной форме.

По заданному варианту производится подсчет объемов общестроительных работ и специальных работ. Объемы работ подсчитываются в соответствующих единицах измерения. Подсчет объемов работ производится по циклам строительства, начиная с земляных работ (нулевой цикл). Затем надземный цикл, отделочный цикл и специальные работы. Подсчет объемов работ ведется в табличной форме.

Задание 1. Определение объемов работ по строительству 3-х этажного кирпичного дома.

Алгоритм выполнения задания:

1. Определяется номенклатура работ.
2. Заполняется ведомость подсчета объемов работ.

Таблица 8 - Ведомость подсчета объемов работ

№	Наименование работ	Объем работ	Формулы подсчета и эскизы
---	--------------------	-------------	---------------------------

п/п		Ед.изм.	Кол-во	
1	Предварительная грубая планировка площадки	м ²	1205,4	К габаритам здания добавляется по 10м с каждой стороны $S_{пл.} = a_1 \cdot b_1 =$ $= (21+20) \cdot (9,4+20) = 1205,4$
2	Срезка растительного слоя	м ³	361,6	$V_{р.с.} = S_{пл.} \cdot h = 1205,4 \cdot 0,3 = 361,6$ h- глубина срезаемой полосы = 0,3м
3	Разработка грунта в котловане экскаватором: - в отвал -с погрузкой в транспортные средства	м ³ м ³ м ³	1081,8 81 1000,8	$V_k = \frac{h_k}{6} [(2A_1 + A) \cdot B_1 + (2A + A_1) \cdot B]$ h _к – глубина котлована м=2,65м; A ₁ - длина котлована по низу, A ₁ =2,6 +21=23,6м B ₁ - ширина котлована по низу, B ₁ =2,6+9,4=12м A– длина прямоугольного котлована по верху, A=23,6+2·0,75·3,4=28,7 м; B - ширина прямоугольного котлована по верху, B=12,6+2·0,75·3,4=13,2 м; $A = A_1 + 2m \cdot h_k, м$ $B = B_1 + 2m \cdot h_k, м$ m – коэффициент откоса, равный 0,75; $V_k = 3,4/6[(2 \cdot 23,6 + 28,7) \cdot 12 + (2 \cdot 28,7 + 23,6) \cdot 13,2] = 1081,8 м$ $V_{отв} = V_k - V_{под} = 1081,8 - 1003,8 = 81$ $V_{под} = (A_1 + \delta_{ф}) \cdot (B_1 + \delta_{ф}) \cdot h_k =$ $= (23,6 + 0,51) \cdot (12 + 0,51) \cdot 3,4 = 1003,8$ $V_{п.т.с} = V_k - V_{о.з} = 1081,8 - 81 = 1000,8$
4	Разработка грунта вручную	м ³	23,9	$V_{дор.вр.} = V_k \cdot 0,07 = 1081,8 \cdot 0,07 = 75,7 м^3$
5	Уплотнение грунта основания катками	м ³	42,48	$V_{упл.гр.} = A_1 \cdot B_1 \cdot h_{упл} = 23,6 \cdot 12 \cdot 0,15 = 42,48$ $V_{упл.мех.} = V_{о.з.мех.} = 184,1 м^3$
6	Планировка откосов	м ²	82,12	$S_{отк.} = c \cdot P = 41,9 \cdot 1,96 = 82,12$ с- ширина откоса = 1,96м P – периметр котлована $P = 2 \cdot (A + B) = 2 \cdot (28,7 + 13,2) = 41,9$
7	Устройство песчаного основания под фундамент	м ³	67,6	$V_{упл.гр.} = A_1 \cdot B_1 \cdot h_{сл} = A_1 \cdot B_1 \cdot 0,1 = 23,6 \cdot 12 \cdot 0,15 = 42,48$ h _{сл} – толщина слоя, песчаного 0,15м
8	Обратная засыпка - механическим способом 90% -10% вручную	м ³ м ³ м ³	81 72,9 8,1	$V_{о.з.} = V_{отв}$ $V_{о.з.мех.} = V_{о.з.} \cdot 90\% = 81 \cdot 0,9 = 72,9 м^3$ $V_{о.з.вр.} = V_{о.з.} \cdot 10\% = 81 \cdot 0,1 = 8,1 м^3$

9	Устройство фундаментов - массой до 1,5т - массой до 3,5т	шт шт	251 88	По спецификации
10	Устройство горизонтальной гидроизоляции	м ²	62,8	$V_{Г.ИЗ.} = L_{н.ст} \cdot n = 62,8 \cdot 1 = 62,8$ $L_{н.ст}$ – длина наружной стены фундамента n – ширина слоя гидроизоляции = 1м
11	Устройство вертикальной гидроизоляции	м ²	213,5	$V_{В.ИЗ.} = L_{н.ст} \cdot h_{г} = 62,8 \cdot 3,4 = 213,5$ $L_{н.ст}$ – длина наружной стены фундамента $h_{г}$ – высота гидроизоляционного слоя, зависит от высоты фундамента = 3,4м
II. Каркас здания				
12	Кирпичная кладка наружных стен	м ³		$V_{н.с.} = (S_{н.с.} - S_{ок}) \cdot \delta_{ф}$ $S_{н.с.}$ – площадь наружных стен $S_{ок}$ – площадь окон $\delta_{ф}$ – толщина наружной стены = 510мм $S_{н.с.} = P_{зд} \cdot h \cdot n$ $P_{зд}$ – периметр здания h – высота этажа = 3м n – количество этажей = 3
13	Кирпичная кладка внутренних стен	м ³		$V_{в.с.} = (S_{в.с.} - S_{дв}) \cdot \delta_{ф}$ $S_{в.с.}$ – площадь внутренних стен $S_{дв}$ – площадь дверей $\delta_{ф}$ – толщина внутренней стены = 380мм $S_{в.с.} = P_{в.с.} \cdot h \cdot n$ $P_{в.с.}$ – периметр внутренних стен h – высота этажа = 3м n – количество этажей = 3
14	Устройство кирпичных перегородок	м ³		$S_{пер} = (P_{пер} \cdot h \cdot n) - S_{дв}$ $S_{пер}$ – площадь перегородок $S_{дв}$ – площадь дверей $P_{пер}$ – периметр перегородок h – высота этажа = 3м n – количество этажей = 3
15	Устройство плит перекрытия площ. до 10м ²	шт		по спецификации
16	Монтаж лестничных площадок массой более 1т	шт		по спецификации
17	Монтаж лестничных маршей	шт		по спецификации
III. Окна, двери				
18	Заполнение оконных проемов	м ²		по спецификации
19	Заполнение дверных	м ²		по спецификации

	проемов			
IV.Кровля				
20	Устройство пароизоляции кровли из рубероида	м ²		по спецификации
21	Устройство утеплителя кровли из керамзита	м ²		по спецификации
22	Устройство цементно-песчаной стяжки кровли	м ²		по спецификации
23	Устройство стропильной системы	м ³		по спецификации
24	Устройство обрешетки	м ³		по спецификации
25	Устройство покрытия из металлочерепицы	м ²		по спецификации
V. Полы				
26	Устройство оклеечной гидроизоляции полов	м ²		по спецификации $F_{\text{гидроизол.}} = F_{\text{пола}}$
27	Устройство теплоизоляции полов из минеральной ваты	м ²		по спецификации $F_{\text{теплоизол.}} = F_{\text{пола}} \cdot h$ h –толщина засыпки, =0,08м
28	Устройство цементно-песчаной стяжки полов	м ²		по спецификации $F_{\text{стяжки.}} = F_{\text{пола}}$
29	Покрытие полов: - из линолеума - из паркета - из керамической плитки	м ² м ² м ²		по спецификации
VI.Внутренняя отделка				
30	Штукатурка внутренних поверхностей стен	м ²		$S_{\text{шт.}} = (P_{\text{зд}} + L_{\text{в.с}} + L_{\text{пер.}}) \cdot h \cdot n - S_{\text{дв}} \cdot S_{\text{ок}}$ P _{зд} – периметр здания L _{в.с} – длина внутренних стен L _{пер} – длина перегородок h – высота этажа=3м n – количество этажей =3
31	Окраска стен вододисперсионным составом	м ²		$S_{\text{шт.}} = S_{\text{окр.}}$
32	Облицовка стен керамической плиткой	м ²		по спецификации
33	Штукатурка потолков улучшенная	м ²		по спецификации
34	Окраска потолков вододисперсионным составом	м ²		по спецификации
VII.Наружная отделка				
35	Облицовка цоколей	м ²		$S_{\text{цок.}} = P_{\text{зд}} \cdot h_{\text{цок}}$ P _{зд} – периметр здания h _{цок} – высота цоколя =0,8м
36	Устройство отмостки из асфальтобетона	м ²		Ширина отмостки 1м

Задания к практической подготовке

1. Рассчитать объем земляных работ, заполнив таблицу 8. Объем земляных работ рассчитывается по конкретному зданию, которое выбирается по заданию преподавателя из таблицы 9.
2. Рассчитать объем фундамента, вертикальной и горизонтальной гидроизоляции.
3. Рассчитать объем работ по устройству песчаного, гравийного основания или бетонной подготовки под фундаменты, а также объем обратной засыпки. Объем земляных работ рассчитывается по конкретному зданию, которое выбирается по заданию преподавателя из таблицы 9.
4. Посчитать объемы каменных работ.
5. Рассчитать объем работ по производству монтажных работ.
6. Рассчитать объем работ по устройству кровли.
7. Рассчитать объемы отделочных работ.

Таблица 9 – Варианты заданий

1 Вариант	2 Вариант
<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 32000 x 12 000 (мм), высота этажа 3 м, высота наружных стен 4,1 (м), толщина наружных кирпичных стен 510 мм, две внутренние несущие продольные стены 380 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей 4, размером 1000 x 2070 (мм), окон 4 шт размером 1510 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм), отметка подошвы фундамента -2,1 (м), отметка земли -0,95 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля рулонная плоская.</p>	<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 24000 x 12 000 (мм), высота этажа 2,7 м, высота наружных стен 3,3 (м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, две внутренние несущие продольные стены 380 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей 4, размером 1000 x 2070 (мм), окон 4 шт размером 1510 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1100 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм), отметка подошвы фундамента -2,1 (м), отметка земли -0,90 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000 мм, кровля рулонная плоская.</p>
3 Вариант	4 Вариант
<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 24000 x 12 000 (мм), высота этажа 3 м, высота наружных стен 4,3</p>	<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 16000 x 12 000 (мм), высота этажа 3,3 м, высота наружных стен</p>

<p>(м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, одна внутренняя несущая продольная стена 380 мм, одна наружная дверь 1000 x 2470 (мм), внутренних дверей 2, размером 900 x 2070 (мм), окон 3 шт размером 1810 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1100 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,9(м), отметка земли -1,90 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000 мм, кровля рулонная плоская. Объем выполнить по позициям:</p>	<p>4,150 (м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, одна внутренняя несущая продольная стена 380 мм, одна наружная дверь 900 x 2070 (мм), внутренних дверей 2, размером 1000 x 2470 (мм), окон 4 шт размером 810 x 1210 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1100 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,1(м), отметка земли -0,950 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000 мм, кровля рулонная плоская.</p>
5 Вариант	6 Вариант
<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 18000 x 12 000 (мм), высота этажа 3,3 м, высота наружных стен 4,5 (м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, одна внутренняя несущая продольная стена 380 мм, одна наружная дверь 1000 x 2470 (мм), внутренних дверей 1, размером 1220 x 2070 (мм), окон 5 шт размером 810 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1100 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,1(м), отметка земли -0,950 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000 мм, кровля рулонная плоская.</p>	<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 12000 x 12 000 (мм), высота этажа 3,3 м, высота наружных стен 4,5 (м), толщина наружных кирпичных стен 510 мм, две внутренние несущие поперечные стены 380 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей 4, размером 1000 x 2070 (мм), окон 4 шт размером 1510 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,1 (м), отметка земли -0,95 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля рулонная плоская.</p>
7 Вариант	8 Вариант
<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 12000 x 6 000 (мм), высота этажа 3,0 м, высота наружных стен 4,0 (м), толщина наружных кирпичных стен 510 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей нет, окон 2 шт. размером 1510 x 1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -1,8 (м), отметка земли -0,65 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля</p>	<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 18000 x 6 000 (мм), высота этажа 3,0 м, высота наружных стен 4,2 (м), толщина наружных кирпичных стен 510 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей нет, окон 4 шт. размером 1510 x 1810 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -1,8 (м), отметка земли -0,45 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля</p>

рулонная плоская.	рулонная плоская.
9 Вариант	10 Вариант
<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 12000 x 12 000 (мм), высота этажа 3,0 м, высота наружных стен 5,0 (м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, две внутренние несущие поперечные стены 380 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей 3, размером 1000 x 2070 (мм), окон 4 шт размером 1510 x1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,1 (м), отметка земли -0,95 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля рулонная плоская.</p>	<p>Строительство одноэтажного здания размерами в плане 12000 x 12 000 (мм), высота этажа 3,0 м, высота наружных стен 5,0 (м), толщина наружных кирпичных стен 640 мм, две внутренние несущие поперечные стены 380 мм, одна наружная дверь 1210 x 2070 (мм), внутренних дверей 3, размером 1000 x 2070 (мм), окон 4 шт размером 1510 x1510 (мм), ширина подушки ленточного фундамента 1200 (мм), высота фундаментной подушки 300 (мм), фундаментные блоки 600 x 600 x 600 (мм),отметка подошвы фундамента -2,1 (м), отметка земли -0,95 (м), толщина срезки растительного грунта 0,2 (м), коэффициент естественного откоса 0,5, плиты ж\бетонные пустотные размером 1500 x 6000мм, кровля рулонная плоская.</p>

8. Выполнить схему плана и разреза здания в произвольном масштабе. Объем земляных работ рассчитывается по конкретному зданию, которое выбирается по заданию преподавателя из таблицы 3.

Вопросы к к практической подготовке

1. Что является исходными данными для разработки календарного плана на заданный цикл работ?
2. Где применяется календарный план?
3. Из каких граф состоит таблица для заполнения данных?
4. Цели и задачи календарного планирования строительства зданий и сооружений в составе ППР.
5. Назовите составляющие (предметы) календарного плана строительства зданий и сооружений. Обоснуйте свои выводы.
6. Проанализируйте, какие исходные данные необходимы и используются при календарном планировании строительства зданий и сооружений.

7. Изложите последовательность разработки календарного плана строительства зданий и сооружений.

Практическая подготовка № 3. Составление номенклатуры работ календарного плана на строительство объекта. Расчет календарного плана

Теоретическая часть

В табличной форме заполняется графа Наименование работ. Указываются работы от земляных (подземный цикл) до отделочных работ (отделочный цикл), а также специальные работы.

После анализа архитектурно-планировочных решений возводимого объекта приступают к составлению номенклатуры строительно-монтажных работ, которые должны быть включены в календарный план строительства объекта. Степень детализации работ должна соответствовать указаниям ГЭСН-2001.

При составлении календарного плана работы, выполняемые одной бригадой и в одно и то же время, рекомендуется объединять.

При выполнении отдельных видов строительно-монтажных работ на объекте должны строго соблюдаться все технические условия. Поэтому планировать выполнение этих работ при составлении календарных планов необходимо в определенной технологической последовательности:

- обратную засыпку пазух в зданиях с подвальным этажом (т.е. при наличии котлованов) следует выполнять после устройства вертикальной гидроизоляции фундаментов и монтажа перекрытий; при производстве работ в траншеях засыпку пазух выполнять после устройства фундаментов;

- монтаж сборных конструкций, установку оконных и дверных блоков и других сборных элементов следует выполнять по возможности параллельно с кладкой наружных и внутренних стен;

- монтаж элементов каркасного, бескаркасного или крупнопанельного здания необходимо вести в последовательности, обеспечивающей пространственную жесткость и устойчивость конструкций;

- устройство кровли необходимо начинать сразу же после устройства коробки здания, чтобы создавался фронт для выполнения отделочных и других работ, требующий стабильной влажности и температуры;
- засыпка перекрытий в зданиях с чердачными помещениями производится после устройства кровли;
- работы по остеклению проемов желательно планировать в два приема:
 - наружное остекление – до штукатурных работ (вместо стекла для временного остекления можно использовать полиэтиленовую пленку);
 - внутреннее остекление – перед малярными работами;
- установку дверных блоков необходимо завершить до штукатурных работ;
- штукатурить стены разрешается только при наличии двух междуэтажных перекрытий над помещениями, где ведутся работы, а штукатурку потолков следует выполнять только после устройства кровли;
- малярные работы ведутся после штукатурных работ по просохшей поверхности и при наличии кровли;
- устройство полов (дощатых, цементных, мозаичных, плиточных) желательно планировать после штукатурных работ, или параллельно с ними, но при наличии достаточного фронта работ (интервала); настилка паркетных полов производится после штукатурных работ, а циклевку этих полов и устройство линолеумных полов необходимо выполнять после малярных работ;
- устраивать отмостку следует в период нулевого цикла, или уже после устройства кровли и наружной штукатурки;
- специальные работы (электротехнические, сантехнические и др.) следует разделить на устройство вводов, которые следует выполнить в период производства работ нулевого цикла, и на монтаж внутренних сетей водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, электроснабжения, газоснабжения и других, который необходимо завершить до штукатурных работ; установку осветительной арматуры осуществляется после малярных работ.

Таблица 10 – Номенклатура работ

№ п/п	Наименование работ	Объем работ		Эскизы, формулы
		Ед.изм.	Кол-во	
1.	Планировка площадей			
2.	Разработка и перемещение грунта бульдозером			
3.	Разработка грунта экскаватором в отвал			
4.	То же с погрузкой			
5.	Разработка грунта вручную			
6.	Обратная засыпка бульдозером вручную			
7.	Устройство монолитных фундаментов			
8.	Укладка фундаментных балок			
9.	Установка колонн			
10.	Монтаж балок и ферм покрытий			
11.	Укладка плит и панелей покрытия и перекрытия			
12.	Установка панелей наружных стен			
13.	Установка панелей внутренних стен			
14.	Герметизация стыков наружных стен панелей вертикальных горизонтальных			
15.	Устройство кирпичных перегородок			
16.	Монтаж металлических оконных блоков			
17.	Заполнение дверных проемов			
18.	Заполнение воротных проемов			
19.	Устройство пароизоляции			
20.	Устройство плитного утеплителя			
21.	Устройство стяжки			
22.	Наклейка рулонного ковра			
23.	Уплотнение грунта катками			
24.	Устройство бетонного основания			
25.	Устройство ц/п стяжки			
26.	Гидроизоляция полов			
27.	Покрытие полов			

	асфальтобетоном			
28.	Отделка стен под окраску			
29.	Штукатурка внутренней поверхности стен			
30.	Окраска стен водными составами			
31.	Окраска металлических переплетов масляной краской			
32.	Устройство основания под отмостку			
33.	Покрытие отмостки асфальтобетоном			
	Спец. работы			
34	Сантех. работы			
35	Электро монтажные работы			
36	Слаботочные работы			
37	Монтаж оборудования			
38	Прочие работы			
Ито го				

Расчет ведомости трудоемкости работ осуществляется на основании единых норм и расценок ЕНиР или элементных сметных норм (ГЭСН-2001) и является основой для составления технологических расчетов и технико-экономических показателей.

При определении трудоемкости СМР рекомендуется пользоваться ЕРЕР и ЕНиР или комплексными укрупненными нормами затрат труда, составленными на основании действующих ЕниР и ЕРЕР, с учетом всех сопутствующих и вспомогательных процессов (прил. 9).

Трудоемкость специальных и монтажных работ определяется путем деления их стоимости в рублях на плановую выработку одного рабочего в день (прил. 8).

Затраты труда на выполнение некоторых видов работ принимаются от трудоемкости основных СМР, в том числе:

- подготовительные работы – 4–10 %;
- благоустройство территории и озеленение – 3–4 %;
- подготовка и сдача объекта – 0,5–1 %.

Для учета трудоемкости выполнения мелких процессов, не выделяемых при составлении календарного плана, в конце таблицы предусматриваются «Прочие и неучтенные работы», затраты труда на выполнение которых принимаются в размере 10–15 % от общей трудоемкости всех СМР.

Ведомость составляется по форме (таблица 10).

Задание 1. Составить номенклатуру работ и определить трудоемкость работ по строительству 3-х этажного кирпичного дома.

Алгоритм выполнения задания:

1. Выполняют анализ объемно-планировочных и конструктивных проектных решений объекта с целью выбора рациональных методов его возведения;

2. Устанавливают перечень строительно-монтажных работ для строительства надземной части здания, включаемых в календарный план-график;

3. Подсчитывают объемы строительно-монтажных работ, включенных в перечень;

4. Определяют потребность строительных материалов, конструкций, деталей и полуфабрикатов;

5. Определяют трудоемкость выполнения каждой работы (чел.-дн.) и потребность в строительных машинах для выполнения каждой работы (маш.-смены). подсчет трудозатрат (чел.-ч) и времени работы машин (маш.-ч) для выполнения каждого вида работ определяют на основе ЕНиР по формуле:

$$W = H_{вр} V \quad (15)$$

где H - норма времени по ЕНиР, чел.-ч (маш.-ч);

V - объем работ в натуральных показателях;

6. Выбирают методы производства работ и средства механизации;

7. Устанавливают последовательность выполнения и возможные

совмещения различных видов работ во времени с учетом производства работ поточным методом;

8. Определяют продолжительность выполнения каждой работы исходя из их трудоемкости и возможностей подрядных организаций, и устанавливают сроки начала и окончания работ по календарю;

9. Составляют календарный план строительства объекта.

Задание 2. Составить калькуляцию трудовых затрат и времени работы машин по строительству 3-х этажного кирпичного дома.

Алгоритм выполнения задания:

Таблица 11 - Калькуляция трудовых затрат и времени работы машин

Обоснование (ЕНиР)	Наименование работ	Единицы измерения	Объем работ	На ед. изм.		На весь объем		Состав звена
				чел.- час.	маш.- час.	чел.- дн.	маш.- см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Разработку калькуляции рекомендуется выполнять в следующем порядке:

Графа 1 – записывают обоснование и пункты ЕНиР или ГЭСН, по которым определяют норму времени на выполнение работы.

Графа 2 – наименование работ. Работы заносят в соответствии с технологической последовательностью сначала основные строительные или монтажные работы (монтаж конструкций), а затем работы, сопутствующие им (заделка стыков, сварка, заливка швов и т.д.).

Графа 3 – указывают единицу измерения данного вида конструкции в соответствии с измерителем, принятым в ЕНиР или ГЭСН-2001.

Графа 4 – записывают общий объем выполняемых работ.

Графа 5 – записывают норму времени в чел-час .

Графа 6 – записывают норму времени работы машин и механизмов в маш.-час. [2].

Графа 7 – исчисляют трудозатраты в чел-час, которые получаются путем умножения графы 4 на 5, а затем делят на количество рабочих часов в смене

Графа 8 – рассчитывают общее время работы машин в маш.-час, которые получаются путем умножения графы 4 на 6. Полученный результат делят на количество машино-часов в смене.

Графа 9 – состав звена рабочих, который берется из соответствующего пункта указанной работы.

После разработки всей калькуляции необходимо подсчитать итоги по графам 7, 8 записать внизу под чертой «ИТОГО».

Задания к практической подготовке

1. Составить ведомость трудоемкости работ и потребного количества машино-смен на выполнение работ (исходные данные - таблица 12). Нормы затрат труда можно принять по укрупненным нормативам.

2. Заполнить таблицу 11.

Таблица 12– Исходные данные для расчета трудоемкости

№ пп	Наименование работ	Ед. изм.	Норма затрат труда на ед. изм., чел. – час	Объем работ по вариантам					
				1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Разработка грунта экскаватором	100 м ³	1,95	15	23	41	32	19	25
2.	Устройство бетонной подготовки под фундамент	м ³	2,4	16	14	19	9	4	11
3.	Укладка блоков и плит ленточных фундаментов при массе конструкций до 1,5 т	шт	0,88	78		64		91	
4.	Устройство ж/б фундаментов из бетона М-200	м ³	2,69		50		110		80
5.	Устройство	100 м ²	14,5		0,57		0,91		0,31

	горизонтальной оклеечной гидроизоляции								
6.	То же боковой	м ²	43,5	38		42		29	
7.	Кладка стен из кирпича средней сложности в 1 кирпич под штукатурку	м ³	5,66	582			674		
8.	То же в полтора кирпича с расшивкой	м ³	5,5		943			1024	
9.	То же в 2 кирпича под штукатурку	м ³	4,5			2461			349 7
10.	Устройство перегородок из кирпича (1/2) неармир	100 м ²	107,0	6,2		10,4		13	
11.	То же армированных	100 м ²	129,0		7,9		9,2		10
12.	Установка колонн в стаканы фундаментов весом до 2 т без кондукторов	шт	4,3	40	20	30	16	50	45
13.	Укладка ригелей, прогонов и балок перекрытий до 1,0 т	шт.	2,51	60	75	80	95	80	55
14.	Заполнение оконных проемов блоками более 2,0 м ²	м ²	2,6	300	450	225	190	350	200
15.	Установка дверных блоков с одностворчатыми дверями	м ²	1,2	150	200	250	280	310	190
16.	Устройство пароизоляции из рулонных материалов в один слой	100 м ²	12,2	6	7	5,5	8	10	12
17.	Утепление кровли плитами	100 м ²	32,9	6	7	5,5	8	10	12
18.	То же керамзитом	м ³	4,0	0,7	0,85	0,6	0,9	0,15	0,2
19.	Устройство стяжки по кровле	100 м ²	9,3	6	7	5,5	8	10	12
20.	Устройство кровли из 4 слоев битумной мастики с защитным слоем гравия	100 м ²	55,0	6	7	5,5	8	10	12

2. Решить задачу: В пределах захватки объем работ по кирпичной кладке средней сложности для наружных стен толщиной в 2 кирпича составляет 260 м³, внутренних стен толщиной в 1,5 кирпича – 180 м³, площадь перегородок толщиной в 0,5 кирпича – 210 м². Определить трудоемкость работ и состав бригады каменщиков, если планируемое перевыполнение норм 20 %, ритм

работы бригады – 1 ярус в смену, высота этажа – 2,5 м.

3. Решить задачу: Определить трудоемкость работ по устройству 48 железобетонных монолитных фундаментов, если для одного фундамента необходимы: объем бетона 8 м^3 , площадь опалубки, соприкасающейся с бетоном 22 м^2 , масса арматуры 126 кг, опалубка устраивается из готовых щитов площадью более 2 м^2 , арматура состоит из сварных сеток массой до 50 кг. Укладка бетона ведется кранами в бадьях.

4. Решить задачу: Определить трудоемкость работ по устройству 124 железобетонных монолитных фундаментов, если для одного фундамента объем бетона $6,2 \text{ м}^3$, площадь всей опалубки, соприкасающейся с бетоном 538 м^2 , масса всей арматуры 2 500 кг. Опалубка устраивается из готовых щитов более 2 м^2 . Арматура состоит из сварных сеток массой до 50 кг. Подача бетона производится кранами в бадьях.

Вопросы к практической подготовке

1. Что является исходными данными для разработки календарного плана на заданный цикл работ?
2. Как определяется трудоемкость?
3. Из каких граф состоит таблица для заполнения данных?
4. Перечислить номенклатуру общестроительных работ на заданный цикл работ?
5. Перечислить номенклатуру специальных работ.

Практическая подготовка № 4. Рациональный состав бригады и продолжительность выполнения видов работ

Теоретическая часть

Определение рационального состава бригады. Одним из методов рациональной организации работ является метод создания комплексных бригад. Это дает возможность сократить количество бригад на строительной площадке и тем самым улучшить управление бригадами и взаимоувязку работ.

В результате овладения смежными специальностями полнее используется рабочее время и повышается производительность труда рабочих.

Необходимым условием рационального формирования бригад является соответствие профессионального и численного состава рабочих сложности выполняемых работ. В комплекс работ, поручаемых бригаде, рекомендуется включать технологически связанные или зависимые работы. Численный, профессиональный и квалификационный состав рабочих в бригадах и звеньях должен устанавливаться в зависимости от планируемых объемов работ с учетом принятой технологии их производства. При этом необходимо обеспечить максимальную производительность ведущей машины, равномерную загрузку членов бригады в соответствии с их профессией и квалификацией и рациональное совмещение профессий.

Одним из условий работы комплексной бригады является то, что все рабочие этой бригады работают одновременно. Поэтому при работе комплексной бригады, прежде всего, необходимо определить продолжительность ее работы в сменах. При механизированном процессе она равна продолжительности работы ведущей машины, а при немеханизированном процессе - продолжительности работы ведущего звена.

Данные о продолжительности работы машины можно получить из ведомости затрат труда и машинного времени. Продолжительность работы ведущего звена следует определять исходя из трудоемкости работы и состава звена. Имея данные о продолжительности работы ведущей машины или ведущего звена и трудоемкости работ, выполнение которых намечено поручить комплексной бригаде, можно определить количество рабочих всех специальностей, разделив трудоемкость работы, для выполнения которой определяется количество рабочих, на продолжительность работы ведущего звена или машины.

Задание 1. Определить состав комплексной бригады для устройства сборного покрытия здания (таблица 13).

Таблица 13 - Нормативные затраты труда

Наименование работ	Специальность	Нормативная трудоемкость, чел.-дн.	Состав звена по ЕНиР, чел.
Монтаж ферм	Монтажники	55	5
Монтаж плит покрытий	То же	48	4
Электросварочные работы	Электросварщики	42	1
Замоноличивание стыков	Бетонщики	40	2

Алгоритм выполнения задания:

1. Сначала определяют, какие конструкции устанавливает монтажный кран. Если разные конструкции монтируют краны разного типа, то комплексная бригада рассчитывается для каждого крана в отдельности. Затем подсчитывают, за сколько машино-смен выполнит данный кран монтаж конструкций.

2. Время работы крана при монтаже ферм равно 11 сменам, при монтаже плит - 12 сменам:

$$M = M_1 + M_2 = 11 + 12 = 23 \text{ смены,} \quad (16)$$

где M - сумма затрат машинного времени на выполнение простых процессов данным краном;

M_1 и M_2 - затраты времени машины на выполнение простых процессов.

3. Продолжительность работы ведущей машины 1 (монтажного крана) равна затратам времени этой машины, т. е.

$$t = \sum M_B = 23 \text{ сменам.}$$

4. Так как на монтаже различных конструкций используются звенья различных составов, необходимо определить среднее монтажное звено. Для этого суммарную трудоемкость монтажа всех монтируемых данным краном конструкций нужно разделить на продолжительность работы крана:

$$t = \frac{\sum Q_m}{N_m k_{cm}} \quad (17)$$

где N_m - среднее монтажное звено, чел.;

ΣQ_m - суммарная трудоемкость монтажа конструкций, чел.-дн.

Звено монтажников:

$$N_m = \frac{\Sigma Q_m}{t} = \frac{55 + 48}{23} = 4.47$$

5. Для определения количественного состава звеньев, необходимых для выполнения остальных работ, порученных комплексной бригаде, следует трудоемкость каждого вида работ разделить на продолжительность работы ведущей машины:

$$N_n = \frac{Q_n}{t} \quad (18)$$

где N_n - число рабочих в n-м звене, чел.;

Q_n - трудоемкость n-го процесса, чел.-дн.

Звено сварщиков:

$$N_1 = \frac{Q_1}{t} = \frac{42}{23} = 1.83$$

Звено бетонщиков:

$$N_2 = \frac{Q_2}{t} = \frac{40}{23} = 1.75$$

6. Здесь целесообразно принять: монтажники - 4 чел.; сварщики - 1 чел., сварщик-монтажник - 1 чел.; бетонщик - 1 чел.; бетонщик-монтажник низкого разряда - 1 чел.

7. Состав комплексной бригады

$$N_p = N_m + N_1 + N_2 + \dots + N_n.$$

С учетом машинистов

$$N = N_p + N_{\text{маш}} = 4 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 9 \text{ чел.}$$

Задание 2. Определение продолжительности выполнения видов работ.

Алгоритм выполнения задания:

Расчет продолжительности выполнения выделенных (укрупненных) процессов ведется в ведомости продолжительности выполнения видов работ, показатели расчета заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 - Ведомость расчета продолжительности выполнения работ

№ п/п	Наименование работ (в технологической последовательности)	Трудоемкость		Состав бригады (по расчету)	Смен- ность	Потребные машины		продолжи тельность, дн.
		чел.-дн.	маш.-см.			наимено- вание	кол-во	
1	2	3	4	5	6	7	8	9

По характеру использования строительных машин выполняемые процессы могут быть комплексно-механизированными, механизированными и немеханизированными.

В первом и втором случаях продолжительность работы зависит только от работы механизмов (продолжительности, сменности, количества машин) и определяется по формуле:

$$t = \frac{M}{nk_{\text{см}}} \quad (19)$$

где M - количество машино-смен по норме;

n - количество машин;

$k_{\text{см}}$ - сменность работы машин.

В третьем случае продолжительность выполнения работы определяется по формуле:

$$t = \frac{Q}{Nk_{\text{см}}} \quad (20)$$

где Q - трудоемкость работ (процесса), чел.-дн.;

N - количество рабочих в смену;

$k_{см}$ - число смен работы.

Численность комплексных и специализированных бригад следует принимать в соответствии с таблицей 12.

Таблица 15 - Примерная численность бригад в строительных организациях

Наименование работ, конструкций	Жилищно-гражданское строительство			
	Кирпичные здания		Сборные здания	
	Специализация бригады	Численность бригады	Специализация бригады	Численность бригады
Нулевой цикл	Комплексные	18 - 20	Комплексные	10 - 12
Возведение коробки надземной части	То же	23 - 30	То же	23 - 30
Устройство кровли	Кровельщики	6 - 9	Кровельщики	6 - 9
Столярные работы	Столяры	6 - 12	Столяры	9 - 12
Штукатурные работы	Штукатуры	18 - 25	Штукатуры	9 - 12
Малярные работы	Маляры	15 - 25	Маляры	18 - 28
Инженерные сети	Специализированные	10 - 15	Специализированные	18 - 20
Благоустройство	Комплексные	18 - 20	Комплексные	18 - 20
Наименование работ, конструкций	Промышленное строительство			
	Специализация бригады	Численность бригады		
Фундаменты монолитные	Бетонщики	10 - 20		
Кирпичная кладка стен	Комплексные, каменщики	15 - 30		
Устройство монолитно-бетонных и железобетонных конструкций	Плотники, бетонщики, арматурщики	10 - 20		
Полы бетонные	Бетонщики, асфальтировщики	10 - 20		
Устройство кровли	Кровельщики	15 - 30		
Малярные работы	Маляры	10 - 15		

Задания к практической подготовке

Выполнить расчет рационального состава бригад, занятых на основных строительных процессах, в соответствии с таблицей 16, определив:

1. Суммарную трудоемкость монтажа.
2. Время работы крана при монтаже различных конструкций.
3. Состав звена монтажников, звена сварщиков.
4. Продолжительность работы ведущей машины.
5. Продолжительность работы бригады.

Таблица 16 – Исходные данные для выполнения задания

№ вар.	Специализированные бригады, занятые на основных СМР
1	Маляры
2	Штукатуры
3	Кровельщики
4	Монтажники
5	Плотники, столяры
6	Комплексные

Вопросы к практической подготовке

1. Необходимое условие рационального формирования бригад.
2. Определение продолжительности механизированных работ.
3. Проанализируйте, от чего зависит продолжительность механизированных процессов. Приведите примеры.
4. Как определяется продолжительность выполнения работ?

Практическая подготовка № 5. Составление календарного графика на общестроительные работы. Графическая часть календарного плана

Теоретическая часть

В графической части в линейной форме отражаются принятые решения по выполнению отдельных процессов в масштабе времени, а также взаимоувязка и совмещение их выполнения. Начало и конец каждого процесса

на графике в целом есть продолжительность выполнения этого процесса. Временная разность между началом выполнения первого процесса (операции) и окончанием последнего процесса определяет общую продолжительность комплекса строительных процессов, включенных в график работ или сроки выполнения работ на данной площадке (захватке, секции, этаже, здании).

В процессе разработки КП составляется номенклатура работ, подсчитываются их объемы. Рассчитывается нормативная трудоемкость работ.

При составлении графика выполнения строительных процессов учитывают целесообразность равномерного потребления основных ресурсов, прежде всего трудовых за счет последовательного и непрерывного перехода рабочих бригад с одного участка работы на другой в соответствии с принципами поточного строительства. Выравнивание потребности в рабочих кадрах по объекту в целом можно осуществлять, перераспределяя сроки начала и окончания работ, особенно неучтенных. Это выравнивание является относительным и выполняется только в пределах рациональной технологической последовательности выполнения работ.

Разработку правой части календарного плана, т. е. составление непосредственно линейного графика производства работ, следует начинать с установления ведущего процесса и уточнения его продолжительности. Для предварительных расчетов продолжительность ведущего процесса ориентировочно можно принимать равной: для зданий и сооружений с несущими конструкциями из сборного железобетона - 35-40 % от общей продолжительности строительства, предусмотренной контрактом с заказчиком; для зданий и сооружений с несущими конструкциями из монолитного железобетона - 50-60 %; для зданий и сооружений с несущими кирпичными стенами - 40-50 %.

При составлении графика выполнения строительных процессов учитывают целесообразность равномерного потребления основных ресурсов, прежде всего трудовых за счет последовательного и непрерывного перехода рабочих бригад с одного участка работы на другой в соответствии с

принципами поточного строительства. Выравнивание потребности в рабочих кадрах по объекту в целом можно осуществлять, перераспределяя сроки начала и окончания работ, особенно неучтенных. Это выравнивание является относительным и выполняется только в пределах рациональной технологической последовательности выполнения работ (рис.2).

Задание 1. Составить календарный график на общестроительные работы.

Алгоритм выполнения задания:

1. Продолжительность выполнения работ (T) определяется по формуле:

$$T = \frac{Q}{NnK}, \quad (21)$$

где Q – нормативная трудоемкость строительного процесса, чел-дн;

N – средняя численность рабочих, занятых в одну смену, чел.;

n – число смен в сутки;

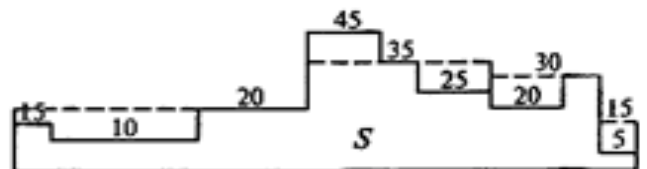
K – коэффициент перевыполнения норм выработки (1,0-1,3).

2. Принятый вариант сетевого графика привязывается к календарю.

Календарный план строительства объекта

Наименование работ	Затраты труда, чел.-дни	Количество рабочих, чел.	Срок работ, дни	График работ, дни													
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Земляные работы	50	5	10	—————													
Возведение подземной части	400	10	40	—————													
Возведение надземной части	1200	20	60	—————													
Кровельные работы	200	10	20	—————													
Отделочные работы	1200	15	80	—————													
Санитарно-технические и электромонтажные работы	400	10	40	—————													
Благоустройство	200/ Σ3650	5	40	—————													
Неучтенные работы	20% = 730 чел.-дней			—————													

График движения рабочих: ————— до корректировки;
 - - - - - после корректировки.



Бульдозер —————
 Экскаватор —————
 Кран —————
 Подъемник —————

Рисунок 2 – Календарный план строительства объекта

3. Выполнить графическую (правую) часть графика:

Сплошной линией наносится вектор, соответствующий вектору в календарном плане применения в дело данных конструкций, изделий или материалов, с учетом числа дней запаса

Задания к практической подготовке

1. Составить графическую часть календарного плана, пользуясь расчетами из практических подготовок 1-5 (исходные данные - таблица 9).
2. Составить графическую часть календарного плана, пользуясь расчетами из практических подготовок 1-5, добавив специальные работы (исходные данные - таблица 9).

Вопросы к практической подготовке

1. Объяснить, как определяется продолжительность выполнения работ на календарном графике. Привести примеры.
2. Объяснить, как на основании объемного графика построить график движения рабочих. Привести примеры.
3. Что отражается в графической части календарного плана?
4. Как выполняют выравнивание потребности в рабочих кадрах?

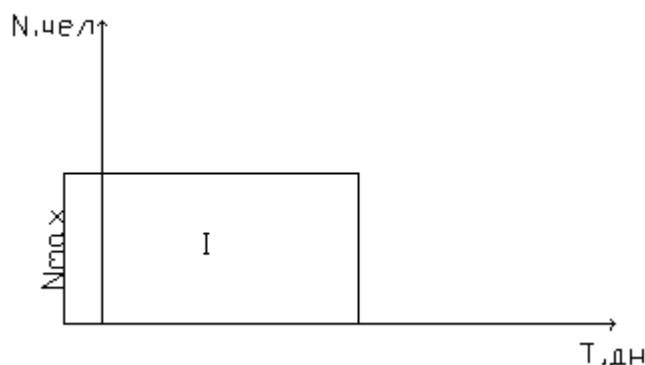
Практическая подготовка № 6. Составление графика движения рабочих. Взаимоувязка общестроительных и специальных работ.

Теоретическая часть

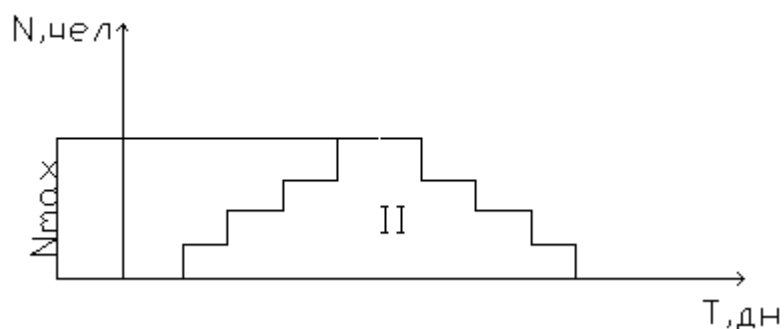
На основании перечня объектов и номенклатуры работ, их объемов и стоимости, потребности в основных материалах, конструкциях, рабочей силе и основных механизмах заполняется левая часть (до календарных периодов) календарного плана строительства, ведомости объемов строительно-монтажных работ. После заполнения расчетной части календарного плана заполняется графическая часть. Линиями - векторами показывают продолжительность выполнения работ с указанием количества рабочих над линией. Работы выполняемые в две смены показывают двумя параллельными линиями, например 10x2

Формы графиков движения рабочих.

А)



Б)



В)

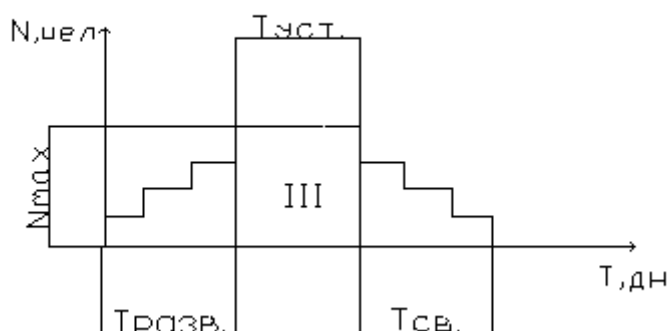


Рисунок 3 – Формы графиков движения рабочих

На основании графической части календарного плана разрабатывают график движения рабочих (объемный график), график движения рабочих по профессиям, график потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах, график потребности в основных машинах и механизмах.

График движения рабочих является одним из самостоятельных разделов проекта производства работ. Он является производным от календарного плана и строится в том же масштабе времени, что и календарный план.

По графику движения рабочих рассчитываем количество временных зданий (А). Недостаток сложно обеспечить прибывших рабочих фронтом работ.

Достоинства: людей задействуют постепенно.

Недостатки: максимальное количество рабочих, на которых будем рассчитывать временные здания, низкая эффективность использования временных зданий (Б).

Носит теоретический характер.

Период развертывания здесь не путать с периодом развертывания в календарном плане по методам НИР и НОФ. Эта форма оптимальная, но в жизни сложно реализуемая (В).

В жизни графики движения рабочих могут быть различны:

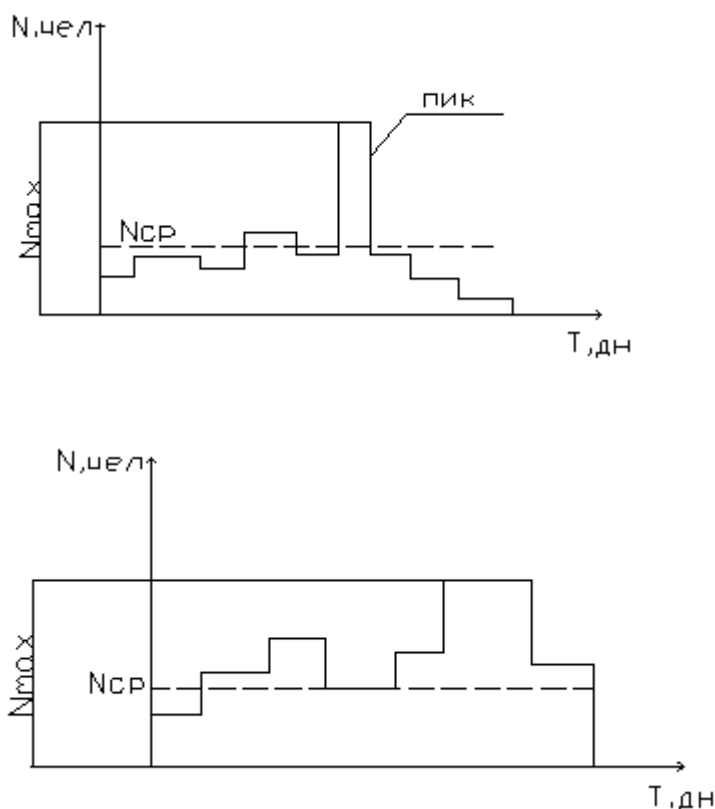


Рисунок 4 – Формы графиков движения рабочих

График движения рабочих кадров по объекту строят путем суммирования количества рабочих, занятых на всех работах, выполняемых в рассматриваемый период времени.

Равномерность использования рабочей силы по графику устанавливается коэффициентом неравномерности движения рабочих (K_n):

$$K_n = \frac{N_{\max}}{N_{\text{cp}}} \leq 1,47 \div 1,65, \quad (22)$$

где N_{\max} – максимальная численность рабочих по графику;

$N_{\text{ср}}$ – средняя численность рабочих в смену, определяется формулой

$$N_{\text{ср}} = \frac{Q}{T_o}, \quad (23)$$

где Q – общая трудоемкость выполнения работ по объекту;

T_o – общий срок строительства объекта по календарному плану.

В случае, когда $K > 1,65$, календарный план производства работ по объекту подлежит корректировке по трудовым ресурсам, которая заключается в уменьшении максимальной численности рабочих. Это достигается путем изменения сроков начала работ или увеличения их продолжительности в пределах имеющихся резервов времени. «Выравнивание» графика движения рабочих кадров осуществляется за счет трудоемкости прочих и неучтенных работ. График движения рабочих характеризует качество разработки календарного плана, также он является необходимыми данными для расчета временных затрат и коммуникаций при проектировании стройгенплана.

График движения рабочих характеризуется следующими показателями:

- максимальное количество рабочих;
- среднее количество рабочих (площадь графика разделить на количество дней)

Необходимо определять и учитывать максимальное и среднее количество рабочих в смену и в сутки.

На графике движения рабочих не желательны пики, т.к. они свидетельствуют о нерациональном использовании временных затрат (единовременные затраты, связанные с привозом зданий, подключением, отключением, демонтажем) – не распространяется на короткий промежуток времени; требуется больше строительная площадка – большая протяженность забора; нерациональность использования фронтов работ (ухудшаются условия соблюдения техники безопасности).

Календарный график производства работ отображает ход строительно-монтажных работ с указанием последовательности, сроков их выполнения, числа занятых рабочих. Сроки выполнения работ показывают сплошной линией и привязывают к календарной линейке, помещенной в верхней части графика. Цифрами над линиями указывают суммарное число занятых рабочих на данной работе в течение суток (за все смены).

Вычерчивание графика целесообразно начинать с ведущих работ, от которых зависит общая продолжительность строительства объекта. При необходимости продолжительность ведущих работ сокращают путем увеличения сменности, числа исполнителей, разбиения фронта работ на захватки. Графический пример правой части календарного плана производства работ и движения рабочей силы приведен на рисунке 5.

Проект календарного графика строительства является вариантом календарного плана производства работ. В пределах, допускаемых технологией производства, возможно изменение сроков выполнения отдельных работ, если это оказывается целесообразным по организационным или экономическим соображениям. Такие изменения вносятся в календарный график, если общая продолжительность возведения объекта оказалась выше (ниже) нормативной или директивной, а также в случаях, когда потребление ресурсов недостаточно равномерно или чрезмерно в отдельные периоды работ.

Общая численность рабочих в процессе строительства обычно изменяется, что связано с характером, трудоемкостью, уровнем механизации и степенью совмещения во времени различных видов работ. Так, при правильном планировании в начальный период строительства работает сравнительно небольшое число рабочих, которое по мере развертывания новых работ постепенно увеличивается и достигает определенного предела.

Далее, по мере завершения основных работ и подготовки объекта к сдаче в эксплуатацию, рабочих постепенно переводят на другие объекты, общее число их на строительстве уменьшается. Но иногда обнаруживаются на графике потребности рабочих бригад резкое и кратковременное увеличение или

сокращение количества рабочих за счет неудачной увязки и совмещения сроков окончания одних работ и начала других. В результате на графике образуются нежелательные «пики», а иногда и «впадины», требующие неоправданного увеличения или сокращения численности рабочих.

Пример неоптимизированного графика показан на рисунке 5, б, форма графика отличается наличием «впадины» и «пика» неравномерности потребности рабочих. Поэтому график работ в местах чрезмерного изменения численности исправляют путем устранения нецелесообразного совмещения сроков исполнения работ, перераспределяя трудовые ресурсы с некритических работ на критические, в результате чего продолжительность некритических работ увеличивается в пределах резерва времени, а продолжительность критических работ сокращается.

Задание 1. Составление графика движения рабочих.

Алгоритм выполнения задания:

1. Строим график использования трудовых ресурсов (до оптимизации).
2. Строим график использования трудовых ресурсов (после оптимизации).
3. Вычисляем: $T_n = 16$ дн.; $Q_o = 231$ чел.-дн.; $N_{cp} = 1,1 \cdot 231 : 16 = 15,9$ чел.

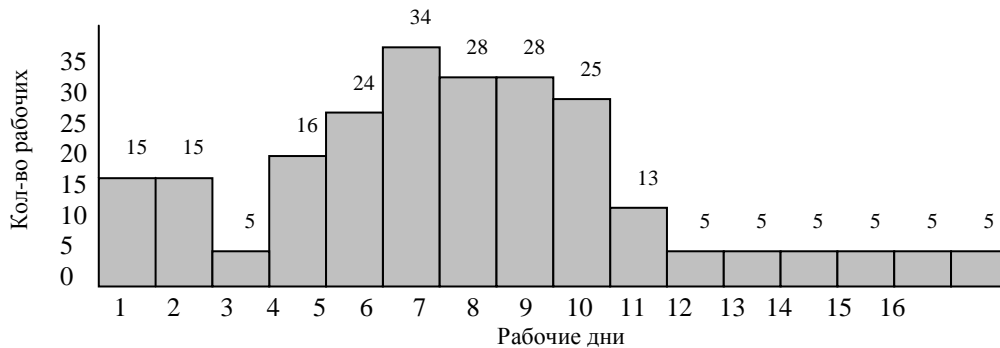
$$K_{n1} = 34 / 15,9 = 2,1; K_{n2} = 23 / 15,9 = 1,4.$$

А. График строительства

Номер работы	Продолжительность, дн	Трудоемкость чел.-дн.	Количество смен	Рабочие дни																
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	3	15	1	=====																
2	2	20	1	-----		-----			(3)											
3	2	12	1			-----		-----			(3)									
4	5	40	2	=====				=====												
5	1	2	1			-----														
6	3	30	2					-----			-----				(4)					
7	1	6	1					-----		-----	(2)									
8	2	20	1				-----			-----				(3)						
9	4	20	1							=====										
10	2	16	2							-----			-----				(2)			
11	4	20	1											=====						
12	3	30	3							-----			-----				(3)			

- ===== критические работы,
- работы, выполняемые параллельно критическим,
- работы, выполняемые параллельно критическим после оптимизации.

Б. График использования трудовых ресурсов (до оптимизации)



В. График использования трудовых ресурсов (после оптимизации)

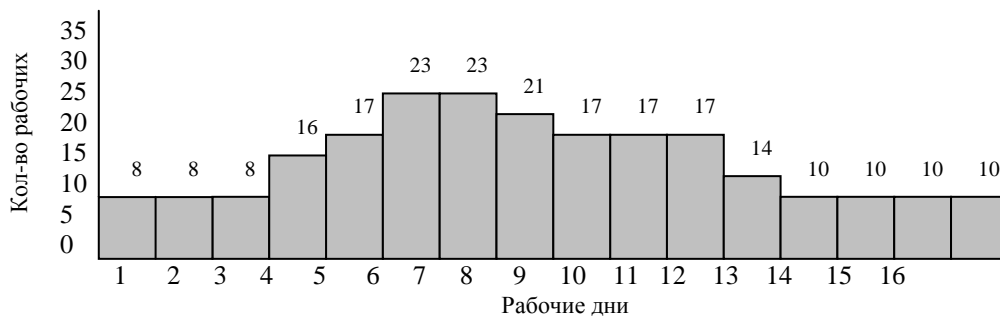


Рисунок 5 – Фрагмент графической части календарного плана и графика использования трудовых ресурсов (до и после оптимизации)

Задание к практической подготовке

Пользуясь расчетами из практических подготовок 1-5 (исходные данные - таблица 9), определить:

1. Продолжительность выполнения работ.
2. Выполнить построение линейного графика работ.
3. Проверить взаимоувязку работ во времени.
4. Выполнить построение графика движения рабочих.

Вопросы к практической подготовке

1. Как на календарном графике рассчитывается продолжительность выполнения работ?
2. Как определяется продолжительность выполнения работ на сетевом графике?
3. Объяснить, как на основании объемного графика построить график движения рабочих?
4. В каких единицах измерения рассчитывается потребность в материально-технических ресурсах?

Практическое занятие № 2. Построение графика поступления на объект и расхода строительных конструкций, изделий и материалов (расход материальных ресурсов). Разработка графика движения строительных машин и механизмов.

Теоретическая часть

На основании установленной номенклатуры строительно-монтажных работ и их объемов определяют требуемое количество строительных конструкций, изделий и материалов в целом по объекту. В учебных целях целесообразно произвести расчет потребности материалов на выполнение 7-10 видов общестроительных работ.

Первоначально определяется потребность в материальных ресурсах в разрезе отдельных работ, расчет ведется в табличной форме.

График (таблица) движения рабочих составляется отдельно для каждой специализированной бригады. График движения рабочих должен быть увязан с календарным планом производства работ.

В графе «Численность» указывается максимально необходимая численность рабочих по всем профессиям; в графе «Среднесуточная численность» указывается изменение численности рабочих (по профессиям) во времени по мере развертывания, стабильного функционирования и свертывания строительного потока.

Необходимая численность рабочих кадров рассчитывается с учетом страхового резервирования.

Таблица 17 – Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

№	Наименование работ	Объем работ		Конструкция, изделия, материалы	Ед. измерения	Норма расхода на единицу	Потребное количество
		ед. изм.	кол-во				
1	2	3	4	5	6	7	8

После этого составляется сводная ведомость потребности в материальных ресурсах по установленной номенклатуре работ путем суммирования данных гр. 8 по одинаковым позициям. Расчет общей потребности производится в табличной форме.

Таблица 18 – Сводная ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах, изделиях

№	Наименование конструкций, изделий, материалов	Единица измерения	Общее потребное количество
1	2	3	4

Построение осуществляется на основе данных календарного плана, ведомости потребности в материально-технических ресурсах. из которых устанавливаются сроки выполнения работ с применением соответствующих механизмов, рекомендуемых ресурсными сметными нормативами (РСН) или

принимаемых по расчету, информации о фактическом наличии в строительной организации собственной строительной техники, о имеющейся технике в других организациях.

Затраты машинного времени принимаются по ведомости потребности в материально-технических ресурсах.

Такой график необходим для заключения договоров подрядчиков с организациями, имеющими строительную технику и оценки величины предполагаемых затрат на эксплуатацию строительной техники.

Традиционная форма графика работы строительных машин и механизмов – линейная.

Таблица 3

График движения основных машин и механизмов

Механизм	Количество	Сменность	Календарное время			
			Месяцы строительства			
			I	II	III	IV
Бодолазная станция	1	1				
Плавкран грузоподъемностью, т. 100 15	1	2				
	1	1				
Буксир мощностью 220 кВт	1	1				
Плавпонтон грузоподъемностью, т. 400 200 40	1	1				
	1	1				
	1	1				
Плавэлектростанция	1	1				
Автокран грузоподъемностью 10 т.	1	1				

Рисунок 6 – Пример графика движения основных машин и механизмов

Задание к практическому занятию

Пользуясь расчетами из практических подготовок 1-6 (исходные данные - таблица 9), выполнить:

1. Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах
2. Сводная ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах, изделиях.

3. Построить на календарном плане график движения основных машин и механизмов.

4. Построить на календарном плане график поступления на объект и расхода строительных изделий, материалов и конструкций.

Вопросы к практическому занятию

1. Как составляется Ведомость потребности в строительных конструкциях, изделиях и материалах

2. Как составляется Сводная ведомость потребности в строительных конструкциях, материалах, изделиях?

3. Правила построения на календарном плане графика движения основных машин и механизмов.

4. Правила построения на календарном плане графика поступления на объект и расхода строительных изделий, материалов и конструкций.

Практическая подготовка № 7. Расчет транспортных средств для доставки строительных грузов

Теоретическая часть

Строительство гидротехнических сооружений характеризуется необходимостью перемещения огромного количества различных строительных материалов, сборных конструкций и оборудования. Транспортные и погрузочно-разгрузочные работы на строительстве составляют около 30–35% его стоимости и до 40–50% трудовых затрат. Поэтому правильный выбор транспортных средств и комплексная механизация транспортных операций на строительстве имеют большое значение.

Горизонтальный транспорт на строительстве разделяется на внешний и внутривозрастной. Внешний транспорт (подъездные пути) соединяет строительную площадку с общей сетью железнодорожных путей и автомобильных дорог, судоходными пристанями, местными карьерами и

предприятиями строительной индустрии, расположенными в районе строительства. Внутрипостроечный транспорт обеспечивает перемещение всех грузов строительного назначения в пределах строительной площадки.

Основными особенностями внутрипостроечного транспорта в гидротехническом строительстве являются:

а) большой объем перемещений грунта, заполнителей и бетонной смеси, поскольку земляные и бетонные работы являются на этом строительстве ведущими и наиболее массовыми;

б) разнообразие видов транспортных средств, применяемых на различных стадиях строительства;

в) относительно короткие расстояния перевозок и высокая их грузонапряженность.

Внутрипостроечный транспорт характеризуется, как правило, малыми перегонами – от нескольких метров до нескольких километров (обычно не более 4–5 км). В то же время его грузонапряженность в большинстве случаев очень высока и достигает максимальных значений.

В этих условиях возникает необходимость не только сочетать между собой различные виды транспорта, но и согласовывать его с производительностью и мощностью имеющегося на строительстве парка машин. Поэтому внутрипостроечный транспорт гидротехнических строителей является одним из важных звеньев производственного процесса и должен быть строго подчинен режиму и ритму Работы ведущих строительных машин.

1) При монтаже конструкций с предварительной раскладкой их у мест монтажа.

Потребное количество автотранспортных средств:

$$N = \frac{P}{\Pi_3 \cdot A \cdot T}, \quad (24)$$

где P - объем монтажных работ, т;

Π_3 - эксплуатационная производительность автотранспортной единицы в смену, т;

A - число смен работы транспорта в сутки;

T - продолжительность монтажного цикла или периода завода, дни.

Эксплуатационная производительность автотранспортной единицы, т:

$$\Pi_3 = \frac{Q \cdot C}{T_{\text{тр}}}, \quad (25)$$

где Q - грузоподъемность транспорта, т;

C - количество часов в смене, 8,2 ч;

$T_{\text{тр}}$ - время полного транспортного цикла, ч;

$$T_{\text{тр}} = T_{\text{п}} + \frac{2 \cdot l}{V_{\text{ср}}} + T_{\text{р}}, \quad (26)$$

где $T_{\text{п}}$ - продолжительность погрузки комплекта элементов, ч ЕниР

$T_{\text{р}}$ - продолжительность разгрузки комплекта элементов, ч сб.Е1

l - расстояние от склада готовой продукции завода до строительной площадки, км;

$V_{\text{ср}}$ - средняя скорость движения транспортной единицы в конкретных дорожных условиях, км/ч.

С целью сохранности в пути крупногабаритных и тяжелых сборных конструкций скорость движения автотранспорта не должна превышать нормативную (в городе – 19-21, за городом – 25-39 км/ч).

$$T_{\text{р}} = T_{\text{п}}$$

2) При монтаже конструкций непосредственно с транспортных средств их работа должна быть строго согласована с процессом монтажа. В этом случае потребность в транспортных средствах определяется:

$$N = \frac{T_{\text{тр}}}{T_{\text{м}}}, \quad (27)$$

где $T_{\text{м}}$ - продолжительность монтажа элементов, доставленных за один рейс, без одного (при подъеме последнего элемента транспортная единица освобождается), час;

$T_{\text{тр}}$ - продолжительность транспортного цикла при челночном способе завоза конструкций под монтаж на прицепах, час;

$$T_{\text{тр}} = t_i + \frac{2 \cdot l}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{ч}} \quad (28)$$

где t_i ; $t_{\text{ч}}$ – продолжительность смены прицепов на заводе и монтажной площадке, принимается 0,2 часа.

Задание 1.

Определить количество транспортных средств для доставки бетонной смеси, если:

- 1) общий объем укладываемой бетонной смеси - 3800 м³, подвижность бетонной смеси - 4-6 см;
- 2) расстояние транспортирования - 4 км;
- 3) бетонные работы необходимо произвести за 30 рабочих смен, длительность рабочей смены 7 часов.

Алгоритм выполнения задания:

1. Допустим, что по результатам технико-экономического сравнения принят вариант подачи бетона к месту укладки с помощью крана МКГ-25БР и комплекта из трех поворотных бадей емкостью 2м³.

2. Поскольку ёмкость поворотных бадей для приема бетона равняется 2м³, то в качестве транспортных средств принимаем автосамосвал на базе ЗИЛ-555.

3. По формуле (УП.2) /2/ определяем величину требуемого потока бетона в смену = 3800 : 30 = 127,0 м³/см = 304 т/см.

4. По формуле (УШ.3) /2/ или (9) /1/ находим количество транспортных средств, необходимых для перевозки 3800 м³ бетонной смеси.

В эту формулу следует подставить:

= 304 т/см. - требуемый поток бетона в смену;

= 7 ч, - длительность рабочего дня;

= 2 * 2,4 = 4,8 т – масса бетона перевозимого за 1 рейс автосамосвалом на базе ЗИЛ-555;

= 0,85 - коэффициент использования транспорта по времени;

= 0,96 - коэффициент использования транспорта по грузоподъёмности;

= 0,06 - время погрузки;

= 0,05 - время разгрузки;

= 0,05 - время маневрирования.

Затем по данным таблиц 1 и 2 приложения принимаем:

1) расстояние от бетонного завода до стройплощадки - 4 км;

2) скорость движения автосамосвала при транспортировании бетонной смеси с подвижностью 4-6 см по дороге с бетонным покрытием - 30 км/ч;

3) скорость движения автосамосвала без груза - 40 км/ч.

Отсюда определяем

$$\frac{304}{7 * 4,8 * 0,96 * 0,85} \left(0,06 + 0,05 + 0,05 + \frac{4}{30} + \frac{4}{40} \right) = 4,2$$

Учитывая возможность превышения норм при доставке бетона к месту укладки, принимаем количество автомобилей = 4.

Задание к практической подготовке

1. Рассчитать необходимое количество транспортных средств для доставки бетона при условиях, приведённых в таблице 19.

Таблица 19

Вариант	Суммарный объём укладываемой бетонной смеси, м ³	Продолжительность рабочей смены, часы	Продолжительность производства работ, см	Продолжительность бетонной смеси, см	Тип дорожного покрытия	Расстояние транспортирования бетонной смеси, км	Ёмкость приёмного бункера	Объёмный вес бетона, тс/м ³
1	5000	7	25	3	Улучшенное грунтовое	8	1,6	1,8
2	42000	7	20	6	Асфальт	15	3,2	2,4
3	3800	7	19	9	Бетонное	27	4,0	2,4
4	5800	8	29	14	Асфальт	10	3,0	1,8
5	6400	8	16	10	Бетонное	45	4,0	2,4
6	7000	8	35	7	Асфальт	40	6,4	3,6
7	6000	8	40	4	Мягкое грунтовое	8	6,4	1,8
8	4800	7	24	1	Улучшенное грунтовое	5	4,0	3,0
9	6600	8	30	6	Мягкое грунтовое	3	3,2	2,7
10	5000	8	25	7	Мягкое грунтовое	15	6,0	3,4

Выбранные типы и марки автотранспортных средств заносятся в таблицу №20.

Таблица 20 – Потребное количество автотранспортных средств

№ пп	Наименование и марка элемента	Наименование и тип транспорта	Грузоподъемность, т	Количество перевозимых элементов, шт	Кол-во транспорт. единиц	
					тягач	прицеп
1	2	3	4	5	6	7

2. Рассчитать необходимое количество транспортных единиц и их тип для доставки строительных конструкций с завода изготовителя к месту монтажа по данным, приведённым в таблице 21.

Таблица 21

Наименование конструкций	Масса элемента, тс	Количество, шт.	Продолжительность рабочего дня, часы	Число смен в сутки	Расстояние транспортировки, км	Способ доставки	Продолжительность сроков монтажа, см
Панели наружных стен размером:							
На 1 комнату	3,0	432	8,2	3	18	Маятник	18
На 2 комнаты	5,5	216	8,2	3	15	Челночн.	15
Панели внутренних стен	2,0	432	8,2	2	9	Маятник	15
Панели перегородок	1,5	270	8,2	2	13	Челночн.	10
Плиты перекрытия	3,5	360	8,2	1	5	Маятник	10
Сантехкабины	1,2	120	8,2	1	17	Челночн.	18
Лестничные марши	2,0	54	8,2	1	7	Маятник	18
Объёмные элементы лифтов	3,5	27	8,2	1	6	Челночн.	18
Колонны одноэтажных промзданий = 15,45	11550	70	8,2	2	22	Маятник	15
Подкрановые балки = 12 м	12	80	8,2	2	22	Челночн.	16
Фермы = 24 м	18,6	42	8,2	2	22	Маятник	7

Вопросы к практической подготовке

1. Виды строительных грузов.
2. Какие способы доставки строительных грузов на строительную площадку?
3. Виды транспортных средств для доставки строительных грузов на строительную площадку?
4. Как рассчитывается необходимое количество автотранспортных средств при монтаже с «колес»?
5. Как рассчитывается необходимое количество автотранспортных средств с предварительной раскладкой их у мест монтажа?

Практическая подготовка № 8. Определение технико-экономических показателей ППР

Теоретическая часть

Основным показателем для оценки является результат сопоставления продолжительности строительства по разработанному календарному плану с действующими нормами. При этом анализируются не только общая продолжительность, но и ее составляющие: сроки подготовительного периода, сдачи под монтаж оборудования, продолжительность монтажа оборудования и др. В жилищном строительстве сопоставляют отдельно продолжительность работ нулевого цикла и надземной части. При сокращении продолжительности строительства рассчитывают сумму экономического эффекта от досрочного ввода объекта в эксплуатацию.

Календарные планы характеризуются показателем трудоемкости. Показатель трудоемкости служит для определения выработки рабочих. Выработка рассчитывается путем деления сметной стоимости строительно-монтажных работ на трудоемкость их выполнения (показатель имеет денежное выражение – руб/чел-дн), или делением физических объемов работ на трудоемкость (показатель получается в натуральных измерителях – м³/чел-дн, м²/чел-дн и т.д.). Полученные показатели сравниваются со среднестатистическими показателями выработки в строительной отрасли по стране.

Наряду с этими показателями для оценки календарного плана применяют ряд других, характеризующих план в том или ином частном аспекте. К этим показателям относят коэффициент сменности, показатели механизации, механовооруженности, уровень специализации.

Коэффициент сменности определяют по следующей формуле:

$$K_{см} = \frac{t_1 + 2t_2 + 3t_3}{t_1 + t_2 + t_3} \quad (29)$$

где t_1, t_2, t_3 – соответственно количество дней работы в одну, две, три смены.

Показатели механизации характеризуют степень охвата механизацией строительно-монтажных работ.

Уровень механизации определяют отношением объема механизированных работ, где основная операция выполняется механизмами к общему объему строительно-монтажных работ, выполненных с помощью механизмов и вручную:

$$K_{\text{мех}} = \frac{V_{\text{мех}}}{V_{\text{общ}}} \times 100\% \quad (30)$$

Уровень комплексной механизации равен отношению объема комплексно-механизированных работ к объему механизированных работ:

$$K_{\text{к.мех}} = \frac{V_{\text{к.мех}}}{V_{\text{мех}}} \times 100\% \quad (31)$$

Показатели *механовооруженности* характеризуют оснащенность строительных и монтажных организаций средствами механизации. *Механовооруженность строительства* определяют отношением балансовой стоимости средств механизации к общей сметной стоимости строительно-монтажных работ:

$$M_{\text{стр}} = \frac{C_{\text{мех}}}{C_{\text{общ}}} \times 100\% \quad (32)$$

Механовооруженность труда определяют отношением балансовой стоимости строительных машин и механизмов к среднесписочному количеству рабочих, занятых в строительстве:

$$M_{\text{тр}} = \frac{C_{\text{мех}}}{R_{\text{сп}}} \quad (33)$$

Энерговооруженность строительства определяют отношением общей мощности двигателей, установленных на строительных машинах, к общей сметной стоимости строительно-монтажных работ:

$$\mathcal{E}_{стр} = \frac{N_{общ}}{C_{общ}}$$

(34)

Энерговооруженность труда определяют отношением суммарной мощности двигателей, установленных на используемых в строительстве машинах и механизмах к среднесписочному количеству рабочих, занятых на выполнении работ:

$$\mathcal{E}_{тр} = \frac{N_{общ}}{R_{ср}}$$

(35)

Уровень технологической специализации характеризует привлечение специализированных организаций для выполнения отдельных видов строительно-монтажных работ. Уровень специализации определяют отношением объема работ, в денежном выражении, выполненном специализированными организациями, к общему объему строительно-монтажных работ в денежном выражении:

$$У_{сп} = \frac{C_{сп}}{C_{общ}} \times 100\%$$

(36)

Принятый календарный план является руководящим документом на строительной площадке. Его выполнение контролируют ежедневно, иногда непосредственно на графике.

Одним из показателей, характеризующих качество составленного календарного плана производства работ на объекте, является равномерность

потребности в рабочих кадрах. Для этого составляют график потребности в рабочих на весь период строительства. График движения рабочих кадров по объекту строят путем суммирования количества рабочих, занятых на всех работах, выполняемых в рассматриваемый период времени.

Равномерность использования рабочей силы по графику устанавливается коэффициентом неравномерности движения рабочих (K_n):

$$K_n = \frac{N_{\max}}{N_{\text{ср}}} \leq 1,47 \div 1,65, \quad (37)$$

где N_{\max} – максимальная численность рабочих по графику;

$N_{\text{ср}}$ – средняя численность рабочих в смену, определяется формулой:

$$N_{\text{ср}} = \frac{Q}{T_o}, \quad (38)$$

где Q – общая трудоемкость выполнения работ по объекту;

T_o – общий срок строительства объекта по календарному плану.

Календарный план производства работ признается удовлетворительным, если коэффициент неравномерности менее 1,4-1,65, т.е. В случае, когда $K > 1,65$, календарный план производства работ по объекту подлежит корректировке по трудовым ресурсам, которая заключается в уменьшении максимальной численности рабочих. Это достигается путем изменения сроков начала работ или увеличения их продолжительности в пределах имеющихся резервов времени. «Выравнивание» графика движения рабочих кадров осуществляется за счет трудоемкости прочих и неучтенных работ.

Задание 1. Расчет технико-экономических показателей проекта производства работ (ППР):

Алгоритм выполнения задания:

1. Сметная стоимость здания:

$$C_{смп} = \frac{V_{смп} \cdot 15}{1000 \text{ руб}} = \frac{80505,4 \cdot 1790}{1000} = 144104,67 \text{ тыс. руб.}$$

2. Нормативный срок строительства: $T_n = 308 \text{ дн}$

3. Плановый срок строительства: $T = 219 \text{ дн}$ (см. лист 1)

4. Общая трудоемкость возведения здания: $A_{\text{чел-дн}} = 5941 \text{ чел-дн}$

5. Средняя численность рабочих кадров:

$$P = \omega / T = 3658 / 219 = 16,7 \text{ чел, где:}$$

$\omega = 3658 \text{ чел} \cdot \text{дн}$ – площадь эпюры движения рабочей силы, определяется по календарному плану.

6. Коэффициент неравномерности движения рабочих кадров:

$$K = P_{\text{ср}} / P_{\text{max}} = 16,7 / 39 = 0,43,$$

Где $P_{\text{max}} = 39 \text{ чел.}$ максимальное количество человек в наиболее загруженную смену.

7. Выработка = $144104000 / 4328 = 1728 \text{ руб.}$ на 1 раб. в день

Задания к практической подготовке

1. Выполнить график движения рабочих, произвести его оптимизацию, пользуясь расчетами из практических подготовок 1-7 (исходные данные - таблица 9).

2. Рассчитать технико-экономические показатели календарного плана (уровень сменности, уровень механизации, уровень технологической специализации), пользуясь расчетами из практических работ 1-7, (исходные данные - таблица 9).

Вопросы к практической подготовке

1. Как определяется коэффициент сменности?
2. Как определяется уровень механизации?
3. Как определяется уровень технологической специализации?

4. Какие технико – экономических показатели календарного плана рассчитываются?
5. Как определить нормативную продолжительность строительства?
6. Как определить нормативную и фактической трудоемкости?
7. Чему равен нормативный коэффициент неравномерности движения рабочих?

Практическая подготовка № 9. Построение модели сетевого графика на заданный цикл работ. Расчет сетевого графика типа «вершины-события». Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

Теоретическая часть

Сетевая модель представляет собой ориентированный граф, отражающий последовательность и организационно-технологические взаимосвязи между работами, выполнение которых требуется для достижения поставленной цели. Сетевая модель, представленная графически на плоскости с рассчитанными временными и ресурсными параметрами, называется *сетевым графиком*.

На сетевых графиках, представляющих собой стрелочную диаграмму, схематически отображается последовательность выполнения работ и их взаимосвязи в процессе производства. Основными элементами сетевых графиков являются:

Работы – это производственный процесс, который необходимо выполнить для получения законченного промежуточного результата (изображаются сплошной стрелкой);

События – результат завершения одной или нескольких работ, дающий возможность начать последующие по технологии строительства работы (изображаются кружком с порядковым номером события);

Ожидания – это, по сути, работа, но только требующая затрат времени и не требующая затрат ресурсов (изображаются сплошной стрелкой с указанием причины);

Зависимости – фиктивные работы, которые не открывают непосредственно возможность выполнения последующих работ, но они должны быть выполнены к их началу;

Путь – это непрерывная последовательность работ от исходного до завершающего события сетевого графика. Путь на сетевом графике от исходного события до завершающего, имеющий наибольшую продолжительность по времени, называется *критическим путем*.

Сетевой график должен отражать организационно-технологическую модель возведения зданий и сооружений и удовлетворять требованиям технологии строительного производства. При построении сетевого графика необходимо руководствоваться следующими правилами:

- все стрелки-работы, стрелки-ожидания и стрелки-зависимости должны быть направлены в одну сторону развития работ от исходного события к завершающему;

- все события должны быть пронумерованы, при этом каждое последующее событие должно иметь больший номер, чем событие, ему предшествующее;

- не допускается повторение номеров событий;

- при обозначении двух и более параллельно выполняемых работ необходимо введение дополнительных событий и зависимостей, т.к. в противном случае разные строительные процессы будут иметь одинаковые шифры (рисунок 7)

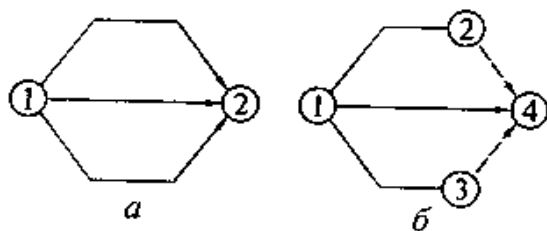


Рисунок 7 – Изображение на сетевом графике параллельного выполнения работ:

a – неправильно; *б* – правильно

– все события, кроме завершающего, должны иметь последующие работы. В тех случаях, когда завершение работы не обуславливает начало каких-либо работ, его относят к конечному событию;

– в сетевом графике не должно быть замкнутых контуров (рис. 8, а), «хвостов» (рис. 8, б), тупиковых работ (рис. 8, в) и пересечений работ (зависимостей).

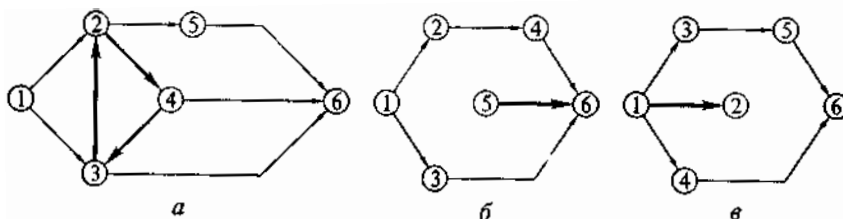


Рисунок 8 - Недопустимые изображения на сетевых графиках (выделены

жирными стрелками): *a* – замкнутый контур; *б*– «хвост»; *в* – тупик

Если последующие работы можно начать после выполнения предшествующей работы не полностью, а частично, то она разделится на соответствующие части со своими событиями их завершения (т.е. расчлениется на несколько работ), и увязка выполнения последующих работ производится с указанными событиями (рис. 9).

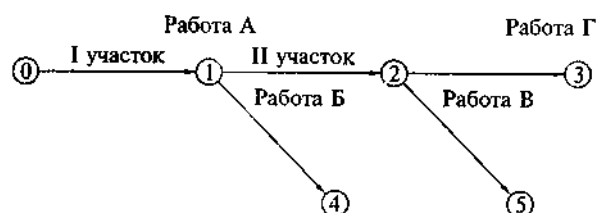


Рисунок 9 - Изображение на сетевых графиках разделения работ на части (участки)

Если на объекте организуется поточный процесс производства работ, то на сетевом графике он должен отображаться согласно рисунку 15 в соответствии с принятой разбивкой фронта работ на захватки. Если на объекте организуется поточный процесс производства работ, то на сетевой модели он отражается в соответствии с принятой разбивкой фронта работ на захватки (ярусы). При этом на каждой горизонтальной линии могут описываться либо все строительные процессы, происходящие на одной захватке («горизонталь-захватка»), либо отдельный технологический процесс, выполняемый на всех захватках данного объекта («горизонталь-процесс»). Если сетевая модель разрабатывается по схеме «горизонталь-захватка», она развивается преимущественно в горизонтальном направлении, что удобно с позиции графической компоновки чертежа. Для многоэтажных зданий, предусматривающих деление фронта работ на многочисленные ярусы, можно рекомендовать схему «горизонталь-процесс». Рассмотрим обе схемы. На рисунке 10 представлена схема «горизонталь-захватка», на рисунке 11 - «горизонталь-процесс»

Как видно из рисунка 10, а, если не вводить дополнительные события, то при расчете графика критический путь (1–2, 2–3, 3–4, 4–5, 6–7, 7–8), выделенный на графике жирной ломаной линией со стрелкой и имеющий продолжительность, равную 34 дням, является ложным, поскольку по логике работа 4–6 (монтаж конструкций на I захватке) не зависит от окончания работы 2–3 (отрывка котлована на II захватке). При введении дополнительных событий на сетевом графике (см. рис. 10, б) указанное логическое противоречие устранено, критический путь составляют работы и

зависимости между ними 1–2, 2–5, 5–6, 6–9, 9–10, 10–11, 11–16, 16–17, 17–18 и он равняется 33 дням.

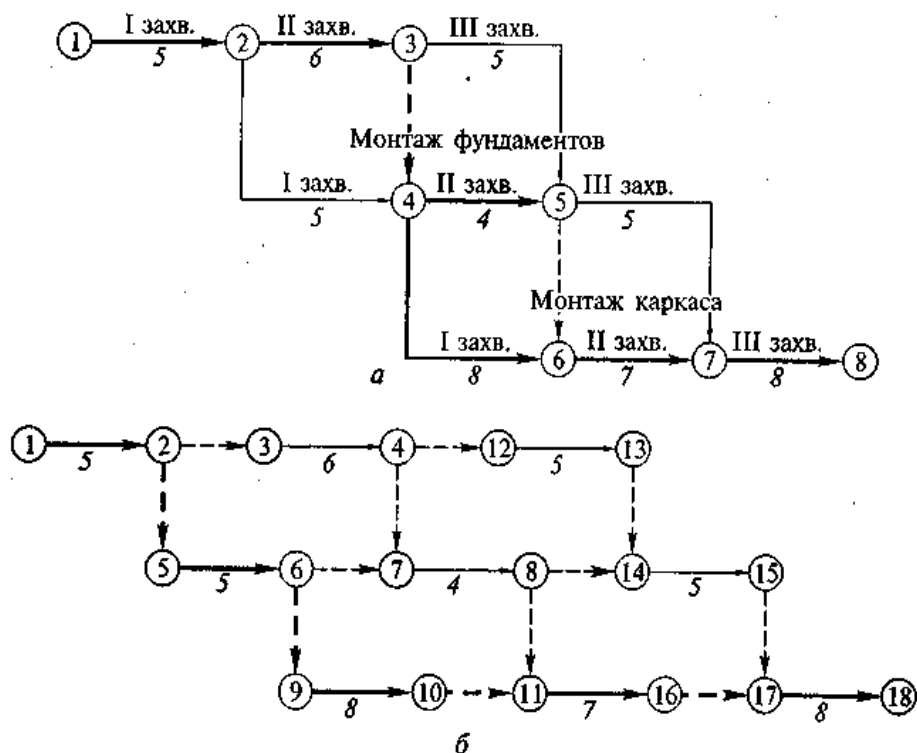


Рисунок 10 – Сетевой график, построенный по схеме «горизонталь-захватка»: а – неправильное изображение, б – правильное изображение

Как видно из рисунка 10, топология данной сетевой модели является ошибочной, так как, например, работа по устройству фундаментов на III захватке (работа 5-7) технологически не зависит от монтажа каркаса на I захватке (работа 3-4) с учётом того, что для производства монтажных работ нулевого цикла и надземной части используются разные грузоподъёмные механизмы. Аналогичная ситуация наблюдается и для работы 7-8, которая технологически зависит лишь от наличия фронта работ по захватке (должна быть закончена работа 5-7) и от загруженности бригады монтажников (необходимо завершение работы 5-6). Между тем на модели прослеживается зависимость начала работы 7-8 от окончания работы 4-6 (кровельные работы на I захватке), что технологически ошибочно.

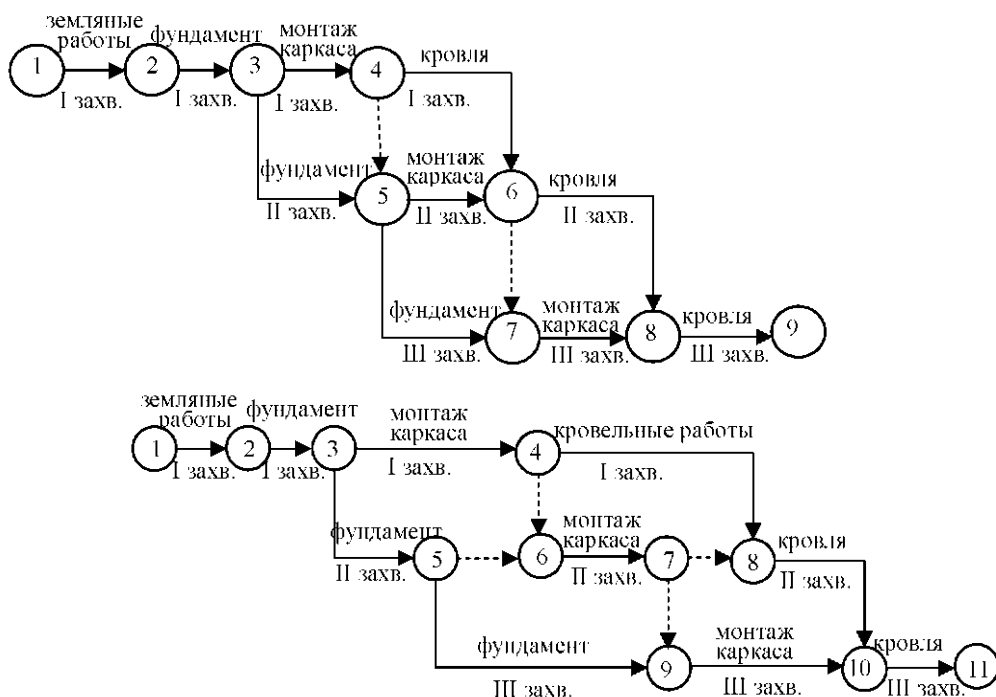


Рисунок 11 – Сетевой график, построенный по схеме «горизонталь-процесс»: *а* – неправильное изображение, *б* – правильное изображение

Для разрешения данного противоречия необходимо по всем захваткам, кроме первой и последней (в данном случае по второй), ввести чередование строительных процессов и фиктивных работ, для чего необходимо введение дополнительных событий (рисунок 11).

Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

На практике применяются сетевые графики с расчетом временных параметров непосредственно на них. Часто используется секторная форма отображения параметров непосредственно на сетевых графиках.

При секторной форме отображения параметров сетевых графиков кружки, обозначающие события, следует разделить на четыре сектора, как это показано на рис. 12.

В верхних секторах кружков проставляются номера событий сетевого графика. В левых секторах проставляются ранние начала входящих в них (предшествующих) работ, а в правых секторах – поздние окончания

В нижнем секторе проставляется номер события, из которого в данное событие ведет максимальный путь. Иногда нижний сектор не заполняют.

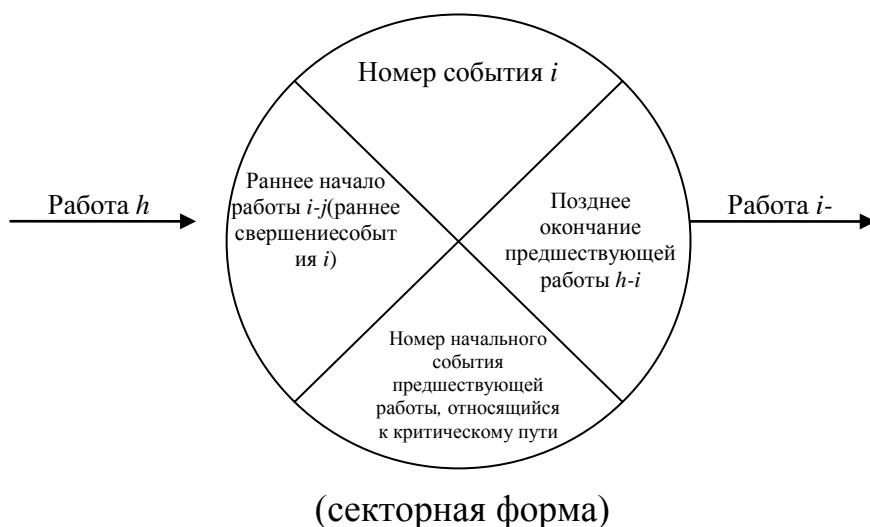


Рисунок 12 – Изображение событий при расчете параметров сетевого графика непосредственно на нем выходящих из них (последующих) работ.

Сначала на графике рассчитываются ранние начала выполнения работ, т. е. заполняются левые сектора кружков. Расчет ведется от начального события слева направо к конечному событию. В левый сектор исходного события записывается «0», так как ранние начала работ, выходящих из этого события, всегда равны нулю. Поскольку у исходящих из верхнего сектора нет предшествующих работ, в нижнем секторе также записывается «0». Далее последовательно рассчитываются ранние начала всех последующих работ и заполняются левые сектора последующих кружков-событий.

Задание 1. Расчет сетевого графика в секторной форме.

Алгоритм выполнения задания:

На рисунке 13 приведен расчет сетевого графика непосредственно на нем в секторной форме.

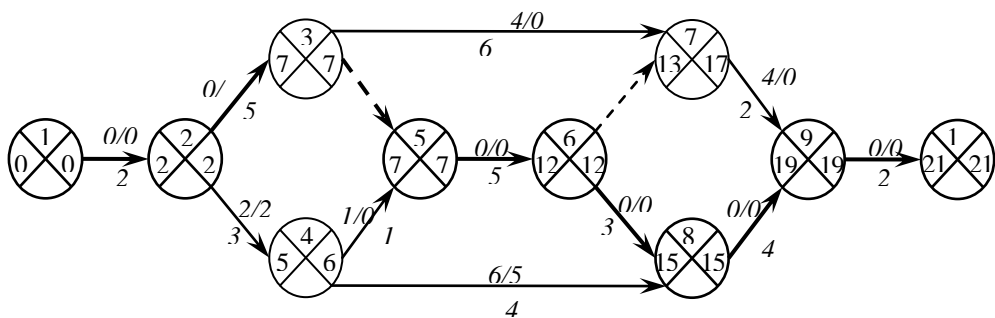


Рисунок 13 – Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

1. Раннее начало работ, выходящих из события, равно максимальному раннему окончанию работ, входящих в него, т. е. максимальной из возможных сумм раннего начала и продолжительности входящих (предшествующих) в событие работ.

2. Ранние начала работ 2–3 и 2–4 для сетевого графика будут равны $0 + 2 = 2$. В левом секторе кружка-события 2 записывается значение 2.

3. Далее, раннее начало работы 3–7 и ожидания 3–5 будет равно $2 + 5 = 7$, а работ 4–8 и 4–5 – $2 + 3 = 5$. Эти значения вписываются в левые сектора кружков-событий 3 и 4. Ранним началом работы 5–6 будет максимальное значение из выражений $7 + 0 = 7$ и $3 + 1 = 4$, т.е. 7-й день. Это значение записывается в левый сектор кружка-события 5.

4. Аналогичным образом рассчитываются ранние начала для всех работ, исходящих из последующих кружков-событий. Для кружка-события 6 оно равно $7 + 5 = 12$, для кружка-события 7 берется максимальное из двух значений $7 + 6 = 13$ и $12 + 0 = 12$, т. е. 13-й день.

5. Для кружка-события 8 раннее начало выходящей работы 8–9 принимается равным максимальному значению из величин $12 + 3 = 15$ и $6 + 4 = 10$, т. е. 15-му дню. Для кружка-события 9 раннее начало выходящей из него работы 9–10 будет равно максимальному значению из трех величин $13 + 2 = 15$, $12 + 4 = 16$ и $15 + 4 = 19$, т.е. 19-му дню. Для последнего кружка-события 10 в левый сектор вписывается значение равное $19 + 2 = 21$ как сумма раннего начала работ, предшествующих завершающей работе 9–10, и ее продолжительности, равной 2. Раннее наступление события 10 по смыслу

и простой логике является также и поздним окончанием всех работ. Поэтому в завершающем событии значение в левом секторе переносится в правый сектор и начинается расчет поздних окончаний других работ и заполнение правых секторов кружков.

6. Расчет поздних окончаний работ и заполнение правых секторов кружков-событий ведется последовательно справа налево. Позднее окончание работ, входящих в кружок-событие 9, будет равно $21 - 2 = 19$. Поздние начала работ, исходящих из кружков-событий 7 и 8 будут равны соответственно $19 - 2 = 17$ и $19 - 4 = 15$. Для работ, исходящих из кружка-события 6, раннее начало выбирается как минимальное из значений $17 - 0$, $19 - 4 = 15$ и $15 - 3 = 12$, т. е. 12-й день. Раннее начало работы, исходящей из кружка-события 5, будет равно $12 - 5 = 7$.

7. Для работ, выходящих из кружка-события 4, раннее их начало принимается минимальным из значений $15 - 4 = 11$ и $7 - 1 = 6$, т. е. 6-й день. Раннее начало работы 3–7 определится как минимальное из величин $17 - 6 = 11$ и $7 - 0 = 7$, т.е. 7-й день. Раннее начало работ, выходящих из кружка-события 2, будет минимальным из выражений $6 - 3 = 3$ и $7 - 5 = 2$, т. е. 2-й день. Раннее окончание исходящего события должно быть равно нулю, и по расчету оно $2 - 2 = 0$, что свидетельствует об отсутствии ошибок в проведенном расчете. Если при расчете значение величины правого сектора исходящего события не равно нулю, расчеты необходимо повторить вновь.

8. По рассчитанным значениям параметров в левых и правых секторах определяется критический путь. Он проходит через события, у которых значения параметров в левом и правом секторах одинаковы. У графика на рис. 9, а к событиям, лежащим на критическом пути, относятся кружки-события 1–3, 5, 6, 8–10.

9. Рассчитанных на графике значений в правых и левых секторах достаточно, чтобы знать ранние и поздние начала и ранние и поздние окончания всех работ. Так, раннее начало работы 7–9 равно значению левого кружка-события 7, т.е. 13-му дню. Если к нему прибавить

продолжительность работы, т. е. $13 + 2 = 15$, то это будет ее ранним окончанием. Позднее окончание этой работы равно значению правого сектора кружка-события 9, т.е. 19-му дню. Если из него вычесть продолжительность работы, то это будет ее самым поздним началом, т.е. $19 - 2 = 17$ или 17-й день.

10. После расчета ранних начал работ, исходящих из событий, и поздних окончаний работ, входящих в события, рассчитывают и наносят на сетевой график общий и частный резервы времени выполнения работ. Они рассчитываются по формулам

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{n.o.} - (t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j});$$

$$r_{i-j} = t_{i-j}^{p.n.} - (t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j})$$

где $t_{i-j}^{p.n.}$ – раннее начало выполнения последующих работ.

Так, для работы 4–8 общий резерв времени ее выполнения $R_{4-8} = 15 - (5 + 4) = 6$ дням, а частный резерв $r_{4-8} = 15 - (6 + 4) = 5$ дням. У работ, лежащих на критическом пути, общий и частный резервы времени их выполнения равны нулю.

Задание к практической подготовке

1. Разработать топологию сетевого графика. Пронумеровать события, нанести на модель названия работ, их продолжительность, количество занятых рабочих, номер захватки или яруса, на котором выполняется строительный процесс. Студенты делятся на 6 групп, количеством 2-3 человека. Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 22.

2. Проверить правильность построения сетевой модели с целью устранения ложных технологических зависимостей, "хвостов", "тупиков", "замкнутых контуров" и, в случае необходимости, скорректировать первоначальный вариант модели.

Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 19. Подразумевается возведение одноэтажного промышленного здания из

сборных железобетонных конструкций, при этом здание делится на захваты в пределах одного температурного блока (в плане). Продолжительность выполнения работ и численность рабочих приведены для одной захватки. Студенты делятся на 6 групп, количеством 2-3 человека

Таблица 22 - Продолжительность выполнения работ на захватке, (дн.) / количество рабочих (человек)

№ варианта	Кол-во захваток	Земляные работы	Устройство о фундаментов	Монтаж надземной части	Заполнение проёмов	Кровельные работы	Санитарно-технические работы	Электротехнические работы	Отделочные работы
1	4	13/4	11/5	16/5	8/5	11/6	9/4	10/4	14/5
2	4	15/4	9/5	12/5	11/5	13/5	7/4	8/5	18/4
3	4	13/4	11/4	14/5	11/5	10/4	9/5	10/5	18/4
4	4	15/4	12/5	16/5	9/4	11/6	8/4	7/5	15/5
5	4	13/3	12/4	16/5	11/5	15/4	7/4	7/4	16/5

3. Рассчитать параметры сетевого графика в секторной форме по вариантам, работы имеющие продолжительность 0 являются фиктивными (зависимостями). Исходные данные для построения и расчета сетевого графика в секторной форме взять из таблицы 23.

4. Проверить правильность построения сетевой модели с целью устранения ложных технологических зависимостей и, в случае необходимости, скорректировать первоначальный вариант модели. Оптимизировать сетевой график. Исходные данные для построения и расчета сетевого графика в секторной форме взять из таблицы 23.

Таблица 23 – Исходные данные для построения и расчета сетевого графика в секторной форме

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам					
	1	2	3	4	5	6
1-2	0	4	3	2	5	1

1-3	3	0	4	3	2	6
2-4	5	2	0	4	6	3
2-5	4	5	2	0	4	3
3-4	8	3	4	2	0	5
3-6	5	6	3	4	2	0
4-5	0	2	5	6	4	3
4-7	2	0	4	3	5	1
5-7	3	6	0	4	2	7
5-8	6	5	3	0	6	2
6-7	1	7	6	5	0	8
6-9	3	3	7	2	1	0
7-8	4	5	3	6	4	2
8-9	8	3	4	3	2	1

Задание к практической подготовке

1. Расчет параметров сетевого графика методом «потенциалов».
2. Табличный метод расчета параметров сетевого графика.
3. Как проверить правильность выполненного расчёта сетевого графика секторным способом? Обоснуйте свой ответ и приведите примеры.
4. Элементы сетевой модели.
5. Правила построения сетевых моделей.
6. Назовите и охарактеризуйте основные элементы сетевых графиков.
7. Характеристики работ сетевой модели.
8. Вероятностные расчеты сетевого моделирования.

Практическая подготовка № 10. Расчет сетевого графика типа «вершины-работы». Построение сетевого графика в масштабе времени.

Оптимизация сетевого графика

1. Теоретическая часть

Основными параметрами сетевых графиков являются:

1. Продолжительность критического пути $T_{кр}$ – это максимальный по

продолжительности путь от исходного до конечного события сетевого графика.

2. *Раннее начало выполнения работы* $t_{i-j}^{p.n.}$ – это самый ранний из всех возможных моментов времени начала работы, обусловливаемый выполнением всех предшествующих работ. Раннее начало исходящей работы (работ) равно нулю. Ранние начала всех последующих работ равны максимальному значению из всех возможных ранних окончаний предшествующих работ, т.е.

$$t_{i-j}^{p.n.} = \max t_{0-i} \quad (39)$$

3. *Раннее окончание выполнения работы* $t_{i-j}^{p.o.}$ – это самый ранний из возможных моментов времени окончания работы, начатой в самое раннее начало ее выполнения. Оно равно сумме ее раннего начала и продолжительности выполнения, т.е.

4.

$$t_{i-j}^{p.o.} = t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j} \quad (40)$$

Расчет ранних начал и ранних окончаний работ ведут последовательно слева направо от исходного события к завершающему.

5. *Позднее начало выполнения работы* $t_{i-j}^{n.n.}$ – самый поздний момент времени начала работы, при котором продолжительность критического пути не изменится.

6. *Позднее окончание выполнения работы* $t_{i-j}^{n.o.}$ – самый поздний из допустимых моментов времени окончания работы, при котором продолжительность критического пути не изменится. Позднее окончание завершающей работы (работ) равно величине критического пути. Поздние окончания других работ равны минимальному из всех возможных значений позднего начала последующих работ. Позднее и раннее окончания выполнения одной и той же работы между собой связаны зависимостью:

$$t_{i-j}^{n.n.} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j} \quad (41)$$

Расчет поздних окончаний и поздних начал выполнения работ ведут справа налево от завершающего события сетевого графика к исходному.

7. *Общий резерв времени выполнения работы* R_{i-j} равен максимальному количеству времени, на которое можно перенести начало выполнения данной работы или увеличить ее продолжительность без изменения продолжительности критического пути:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.o.} = t_{i-j}^{n.n.} - t_{i-j}^{p.n.} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.n.} - t_{i-j} \quad (42)$$

8. *Частный резерв времени выполнения работы* r_{i-j} равен максимальному количеству времени, на которое можно перенести начало выполнения данной работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ:

$$r_{i-j} = t_{i-j}^{p.o.} - t_{i-j}^{p.n.} \quad (43)$$

Задание 1. Рассчитать параметры сетевого графика аналитическим способом, расчёт выполнить в форме таблицы.

Алгоритм выполнения задания:

Параметры сетевого графика можно рассчитать аналитическим способом, расчёт выполняется в форме таблицы. Рассчитаем параметры сетевого графика, изображенного на рис. 14. данным способом (см. табл. 25).

1. На начальном этапе необходимо описать исходную сетевую модель. При этом во вторую графу таблицы заносятся шифры всех работ и зависимостей, начиная с работы, выходящей из первого события.

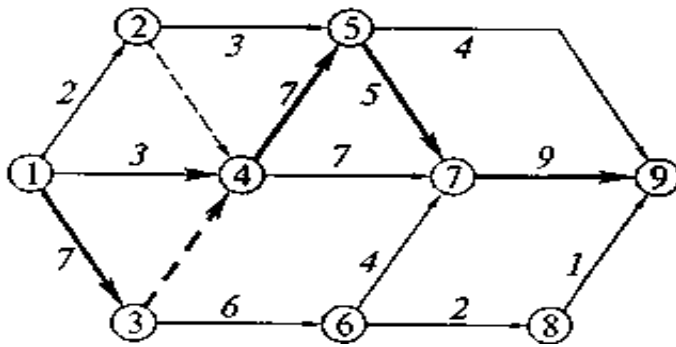


Рисунок 14 - Сетевой график производства работ с параметрами, рассчитанными по табл. 2: $l-j$ – продолжительность работы, $i-j$

2. Шифры работ должны быть включены в таблицу последовательно, произвольный порядок включения работ и зависимостей в таблицу недопустим. В третью графу таблицы вносятся продолжительности всех работ и зависимостей.

3. Расчёт сетевого графика начинается с определения значений ранних параметров работ. Ранние начала работ 1–2, 1–3, 1–4 равны нулю, а их ранние окончания соответственно:

$$t_{1-2}^{p.o.} = 0 + t_{1-2} = 0 + 2 = 2;$$

$$t_{1-3}^{p.o.} = 0 + t_{1-3} = 0 + 7 = 7;$$

$$t_{1-4}^{p.o.} = 0 + t_{1-4} = 0 + 3 = 3.$$

4. Раннее начало работы 2–5 и фиктивной работы 2–4, как видно из графика на рис. 2, будет равно раннему окончанию работы 1–2, т.е. $t_{2-5}^{p.n.} = t_{1-2}^{p.o.} = 2$ и $t_{2-4}^{p.n.} = t_{1-2}^{p.o.} = 2$ Ранние начала работ 3–6, 4–5, 4–7 и ожидание 3–4 соответствуют раннему окончанию работы 1–3, т.е.

$$t_{3-6}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$$

$$t_{4-7}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$$

$$t_{4-5}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7.$$

5. Ранние окончания работ 3–6, 4–5, 4–7 будут равны соответственно

$$t_{3-6}^{p.o.} = t_{3-6}^{p.n.} + t_{3-6} = 7 + 6 = 13;$$

$$t_{4-7}^{p.o.} = t_{4-7}^{p.n.} + t_{4-7} = 7 + 7 = 14;$$

$$t_{5-7}^{p.o.} = t_{5-7}^{p.n.} + t_{5-7} = 7 + 7 = 14$$

$$\text{и ожидания } 3-4 - t_{3-4}^{p.o.} = t_{3-4}^{p.n.} + t_{3-4} = 7 + 0 = 7.$$

6. У работ 5–7 и 5–9 ранние начала будут равны позднему окончанию работы 4–5, т.е. $t_{5-7}^{p.n.} = t_{5-9}^{p.n.} = t_{4-5}^{n.o.} = 14$, а у работ 6–7 и 6–8 – позднему окончанию работы 3–6, т. е. $t_{6-7}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.n.} = t_{3-6}^{n.o.} = 13$

Таблица 25 – Таблица расчета параметров сетевого графика

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j}	Раннее		Позднее		Резерв времени	
		Начало работ,	Окончание работ,	Начало работ,	Окончание работ,	Общий, R_{i-j}	Частный, r_{i-j}
		$t_{i-j}^{p.n.}$	$t_{i-j}^{p.o.}$	$t_{i-j}^{n.n.}$	$t_{i-j}^{n.o.}$		
1-2	2	0	2	5	7	5	0
1-3	7	0	7	0	7	0	0
1-4	3	0	3	4	7	4	4
2-4	0	2	2	7	7	5	5
2-5	3	2	5	11	14	9	9
3-4	0	7	7	7	7	0	0
3-6	6	7	13	9	15	2	0
4-5	7	7	14	7	14	0	0
4-7	7	7	14	12	19	5	5
5-7	5	14	19	14	19	0	0
5-9	4	14	18	24	28	10	10
6-7	4	13	17	15	19	2	2
6-8	2	13	15	25	27	12	0
7-9	9	19	28	19	28	0	0
8-9	1	15	16	27	28	12	12

7. Ранние окончания у работ 5–7 и 5–9 – соответственно $t_{5-7}^{p.o.} = t_{5-7}^{p.n.} + t_{5-7} = 14 + 5 = 19$; и $t_{5-9}^{p.o.} = t_{5-9}^{p.n.} + t_{5-9} = 14 + 4 = 18$, а у работ 6–7 и 6–8 – соответственно $t_{6-7}^{p.o.} = t_{6-7}^{p.n.} + t_{6-7} = 13 + 4 = 17$ и $t_{6-8}^{p.o.} = t_{6-8}^{p.n.} + t_{6-8} = 13 + 2 = 15$. Ранние начала работ 7–9 и 8–9 будут равны соответственно ранним окончаниям работ 5–7 и 6–8, т.е. $t_{7-9}^{p.n.} = t_{5-7}^{p.o.} = 19$ и $t_{8-9}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.o.} = 15$. Ранние окончания работ 7–9 и 8–9, входящих в завершающее событие, соответственно $t_{7-9}^{p.o.} = t_{7-9}^{p.n.} + t_{7-9} = 19 + 9 = 28$ и $t_{8-9}^{p.o.} = t_{8-9}^{p.n.} + t_{8-9} = 15 + 1 = 16$.

8. Максимальное значение раннего окончания работ 7–9 и 8–9, входящих в завершающее событие, равное 28-му дню, определяет продолжительность критического пути, общую продолжительность выполнения всех работ.

9. По окончании расчета ранних начал и ранних окончаний выполнения работ рассчитываются в таблице поздние начала и поздние окончания выполнения работ. Эти расчеты выполняются в следующей последовательности.

10. Полученное максимальное значение раннего окончания завершающих работ переносится в графу позднего окончания этих работ. В графике на рис. 2 это работы 5–9, 7–9 и 8–9. Их поздние и окончания будут равны 28 (см. табл. 25), т. е.

$$t_{5-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28;$$

$$t_{8-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28 \text{ и}$$

$$t_{7-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.}.$$

11. Поздние начала этих работ рассчитывают так:

$$t_{8-9}^{n.n.} = t_{8-9}^{n.o.} - t_{8-9} = 28 - 1 = 27;$$

$$t_{7-9}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} - t_{7-9} = 28 - 9 = 19;$$

$$t_{5-9}^{n.n.} = t_{5-9}^{n.o.} - t_{5-9} = 28 - 4 = 24.$$

12. Позднее начало работы 8–9 будет поздним окончанием предшествующей ей работы 6–8, а позднее начало работы 7–9 – поздними окончаниями работ 6–7, 5–7 и 4–7, т.е.

$$t_{6-8}^{n.o.} = t_{8-9}^{n.n.} = 27;$$

$$t_{6-7}^{n.o.} = t_{7-9}^{n.n.} = 19;$$

$$t_{5-7}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} = 19;$$

$$t_{4-7}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} = 19.$$

13. Поздние начала работ 6–8, 6–7, 5–7 и 4–7 – соответственно

$$t_{6-8}^{n.n.} = t_{6-8}^{n.o.} - t_{6-8} = 27 - 2 = 25;$$

$$t_{6-7}^{n.n.} = t_{6-7}^{n.o.} - t_{6-7} = 19 - 4 = 15;$$

$$t_{5-7}^{n.n.} = t_{5-7}^{n.o.} - t_{5-7} = 19 - 5 = 14;$$

$$t_{4-7}^{n.n.} = t_{4-7}^{n.o.} - t_{4-7} = 19 - 7 = 12.$$

14. Полученные поздние начала работ будут поздними окончаниями предшествующих им работ. Работе 3–6 предшествуют работы 6–7 и 6–8, у которых ранние начала работ равны соответственно 15-му и 25-му дню. По

правилам расчета принимается меньшее значение из возможных. В данном случае оно равно 15, т.е. $t_{3-6}^{n.o.} = t_{6-7}^{p.n.} = 15$ потому что $t_{6-7}^{n.n.} < t_{6-8}^{n.n.}$.

15. Работам 5–7 и 5–9 предшествуют работы 2–5 и 4–5, тогда их поздние окончания выполнения $t_{4-5}^{n.o.} = t_{2-5}^{n.n.} = \left\{ \begin{matrix} t_{5-9}^{n.n.} \\ t_{5-7}^{n.n.} \end{matrix} \right\} = 14$, а поздние начала – соответственно

$$t_{4-5}^{n.n.} = t_{4-5}^{n.o.} - t_{4-5} = 14 - 7 = 7;$$

$$t_{2-5}^{n.n.} = t_{2-5}^{n.o.} - t_{2-5} = 14 - 3 = 11.$$

16. Ожиданиям (фиктивным работам) 3–4 и 2–4 и работе 1–4 предшествуют работы 4–5 и 4–7, тогда их поздние окончания $t_{2-4}^{n.o.} = t_{1-4}^{n.o.} = t_{3-4}^{n.o.} \left\{ \begin{matrix} t_{4-7}^{n.n.} = 12 \\ t_{4-5}^{n.n.} = 7 \end{matrix} \right\} = 7$ и соответственно этой величине будут равны и поздние начала их выполнения, т. е.

$$t_{3-4}^{n.n.} = t_{3-4}^{n.o.} - t_{3-4} = 7 - 0 = 7;$$

$$t_{2-4}^{n.n.} = t_{2-4}^{n.o.} - t_{2-4} = 7 - 0 = 7;$$

$$t_{1-4}^{n.n.} = t_{1-4}^{n.o.} - t_{1-4} = 7 - 3 = 4.$$

17. Работе 1–3 предшествуют работы 3–4 и 3–6. Тогда позднее окончание выполнения $t_{1-3}^{n.o.} = \left\{ \begin{matrix} t_{3-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{3-6}^{n.n.} = 9 \end{matrix} \right\} = 7$, а позднее начало выполнения $t_{1-3}^{n.n.} = t_{1-3}^{n.o.} - t_{1-3} = 7 - 7 = 0$.

18. Работе 1–2 предшествуют работы 2–4 и 2–5. Тогда позднее окончание выполнения $t_{1-2}^{n.o.} = \left\{ \begin{matrix} t_{2-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{2-5}^{n.n.} = 11 \end{matrix} \right\} = 7$, а позднее начало выполнения $t_{1-2}^{n.n.} = t_{1-2}^{n.o.} - t_{1-2} = 7 - 2 = 5$.

19. Общие резервы времени выполнения работ определяются по формуле их расчета $R_{i-j} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.o.}$. Например, для работы 6–8 он равен $27 - 15 = 12$.

20. Частные резервы времени выполнения работ определяются как разность между величиной раннего начала последующей работы и раннего

окончания данной работы. Так, для работы 6–8 он равен $t_{8-9}^{p.n.} - t_{6-8}^{p.o.} = 15 - 15 = 0$, т.е. его нет.

21. Из таблицы 25 видно, что у работы 1–3, зависимости 3–4, работ 4–5, 5–7, 7–9 общие и частные резервы времени равны нулю. Указанные работы образуют цепочку критического пути.

Задание 2. Построение сетевого графика в масштабе времени.

Алгоритм выполнения задания:

Порядок построения сетевого графика в масштабе времени.

1. Выбрать разновидность графика

- (по ранним срокам наступления событий
- или по поздним срокам).

2. Рассчитать ранние (поздние) сроки наступления событий.

3. Выбрать масштаб времени.

4. На поле графика нанести события в соответствии с их ранними (поздними) сроками. (Вертикальное расположение событий рекомендуется не менять).

5. Соединить события работами.

6. На стрелках (дугах) отметить (выделить) работы, считая первоначально, что все они начинаются в ранние сроки, при этом горизонтальная проекция работы должна быть равна продолжительности работы в выбранном масштабе времени)

$$t(l_{ij}) = t_{ij} + R_{ij}$$

Дуги будут состоять из двух частей : собственно работа (показывается жирно) и свободный резерв времени (показывается тонкой линией),

Задание 3. Оптимизация масштабного графика по ресурсу.

Алгоритм выполнения задания:

1. Рассчитать ранние (поздние) сроки наступления событий.

2. Построить масштабный график, принимая во внимание, что события совершаются в свои ранние (поздние) сроки.

3. Построить эпюру интенсивности потребления ресурса, и, если ресурс накапливаемый, интегральную эпюру потребления ресурса.

4. Наложить на эпюру интенсивности потребления не накапливаемого ресурса ограничение (постоянное или переменное во времени). В случае накапливаемого ресурса наложить на интегральную эпюру потребления ресурса интегральную эпюру его завоза.

5. Используя свободные резервы времени работ, устранить превышение интенсивности потребления ресурса над ограничением.

С этой целью работы могут быть:

- Сдвинуты частично или полностью на величину резерва времени;
- Растянуты (увеличена продолжительность) частично или полностью на величину свободного резерва времени;
- Сдвинуты и растянуты одновременно, при этом суммарная потребность в резерве для этих целей не должна превышать полного его значения.

Задание к практической подготовке

1. Рассчитать параметры сетевого графика в табличной форме по вариантам, работы имеющие продолжительность 0 являются фиктивными (зависимостями). Исходные данные взять из таблицы 26.

2. Проверить правильность построения сетевой модели с целью устранения ложных технологических зависимостей, "хвостов", "тупиков", "замкнутых контуров" и, в случае необходимости, скорректировать первоначальный вариант модели. Оптимизировать сетевой график. Исходные данные взять из таблицы 26.

Таблица 26 – Исходные данные для расчета сетевого графика в табличной форме

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам					
	1	2	3	4	5	6
1-2	3	4	6	5	2	1
1-3	2	2	3	2	4	5

1-4	1	5	2	4	3	6
2-4	0	1	0	3	2	4
2-7	3	7	5	4	0	6
3-4	0	1	3	0	2	4
3-6	4	6	3	2	5	7
4-5	7	0	3	5	0	2
4-7	4	8	0	2	3	5
5-6	0	2	3	1	4	3
5-8	8	4	5	3	6	0
6-8	4	3	2	0	4	2
7-8	3	0	1	4	2	4
8-9	1	2	3	2	4	5

3. Построить сетевой график в масштабе времени.
4. Выполнить оптимизацию сетевого графика.

Вопросы к практической подготовке

1. Временные параметры сетевых графиков.
2. Матричный метод расчета параметров сетевого графика.
3. Графический метод расчета параметров сетевого графика.
4. Правила построения сетевых графиков в масштабе времени.
5. Как выполняется оптимизация сетевого графика?

Практическая подготовка № 11. Определение перечня и расчет площадей временных бытовых и санитарно-гигиенических помещений для работников.

Теоретическая часть

Временными зданиями называют надземные подсобно-вспомогательные и другие объекты, необходимые для обслуживания производства строительно-монтажных работ. Временные здания сооружают только на период строительства. К временным зданиям на строительной площадке относятся: производственные здания и сооружения, склады, служебные здания и санитарно-бытовые помещения.

Служебные здания: конторы управления, производителя работ и строительного мастера; табельная проходная, помещение для проведения собраний. Санитарно-бытовые помещения: гардеробные; душевые; умывальные; помещения для обогрева рабочих; для приема пищи (столовые, буфеты) и отдыха, для сушки спецодежды, для стирки и ремонта рабочей одежды; для личной гигиены женщин; здравпункт; туалеты. Здания и сооружения производственного назначения: производственные временные мастерские (ремонтно-механическая, механосборочная, санитарно-техническая, электротехническая, столярно-плотничная, арматурная и др.); бетонорастворные узлы; штукатурные и малярные станции; котельная; электростанция; насосная и др.

Временные здания проектируются с учетом района строительства, порядка освоения строительной площадки, графика движения рабочих.

Количество и номенклатура временных зданий определяется в зависимости от объема и характера СМР, территориального расположения, местных условий. Определение функциональных групп и номенклатуры зданий приведено на рисунке 15.

Установив номенклатуру зданий и сооружений, переходят к определению их площадей.

Потребность строительства в административных и санитарно-бытовых зданиях определяют из расчетной численности персонала. На стадии ПОС число работников определяют через выработку или по укрупненным показателям, а на стадии ППР - исходя из КП (СГ) и графиков движения рабочей силы.

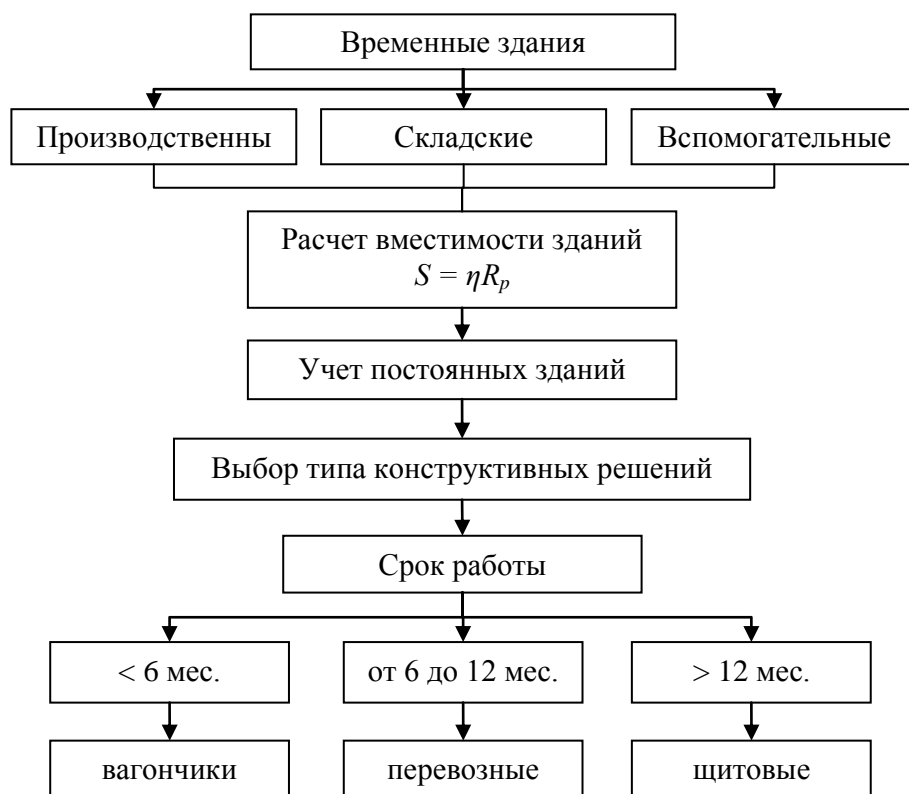


Рисунок 15 – Алгоритм расчета временных административно-хозяйственных зданий

Общую численность работающих определяют по формуле:

$$N_{\text{общ}} = (N_{\text{раб}} + N_{\text{итр}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{моп}}) \times K , \quad (44)$$

где $N_{\text{раб}}$ - численность рабочих, принимаемая по графику изменения численности рабочих календарного или сетевого графика;

$N_{\text{итр}}$ - численность инженерно-технических работников;

$N_{\text{служ}}$ - служащие;

$N_{\text{моп}}$ - численность младшего обслуживающего персонала и охраны;

K - коэффициент, учитывающий отпуска, болезни и т. д., принимаемый 1,05 - 1,06.

Численность ИТР, служащих и МОП определяется из таблицы 27.

Таблица 27- Соотношение категорий работающих, %

Вид строительства	Рабочие	ИТР	Служащие	МОП и охрана
Промышленное	82,6 - 85,6	10,2 - 12,7	3,1 - 3,8	0,9 - 1,5
Транспортное	82,8 - 83,7	9 - 10,4	3,6 - 5,9	1,4 - 2,4
Сельскохозяйственное	83	13	3	1
Жилищно-гражданское	85	8	5	2
Промышленное строительство в условиях города	78,7	13,4	4,3	3,6
Инженерные коммуникации и сооружения в условиях города	78,9 - 83,7	12,3 - 17,1	2,8 - 4,1	0,1 - 0,6
Линейное строительство	80 - 81,3	13,6 - 14	3,4 - 4	1,7 - 2
Строительство тоннелей	85	12,4	2	0,6

Задание 1. Расчет временных бытовых помещений

Алгоритм выполнения задания:

1. По календарному плану на строительстве или реконструкции жилого дома работает согласно графику движения рабочей силы максимальное количество - 28 чел. Таким образом, численность работающих N составит:

$$N = 28 \times 100 / 85 = 33 \text{ чел.}$$

2. Следовательно, 1 % составляет 0,33 чел., тогда $N_{\text{раб}}$

$$N_{\text{итр}} = 8 \times 0,33 = 3 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{служ}} = 5 \times 0,33 = 2 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{моп}} = 2 \times 0,33 = 1 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{общ}} = (28 + 3 + 2 + 1) \times 1,05 = 30 \text{ чел.}$$

3. Найдя общее количество работающих $N_{\text{общ}}$, определяют количество мужчин и женщин, занятых в наиболее загруженной смене. Площади

временных зданий принимаются по расчетным нормам (Приложение 1, таблица 1).

Принятые типы сооружений и их показатели заносятся в таблицу 28.

Таблица 28 - Экспликация временных зданий и сооружений

Наименование временных зданий и сооружений	Рабочая площадь, м	Размеры в плане, м	Количество зданий, шт.	Принятая площадь, м ²	Конструктивная характеристика или тип здания
1	2	3	4	5	6

Расчет ведем в табличной форме.

Таблица 29 - Расчет площадей временных зданий и сооружений

Временные здания	Количество работающих	Количество пользующихся данным помещением, %	Площадь помещения м ²		Тип временного здания	Размеры здания
			норма на одного работающего	общая		
Служебные						
Канцелярия или начальника участка		100	4			
Диспетчерская		100	7			
Проходная		-	6 - 9			
Санитарно-бытовые						
Гардеробная		70	0,7			
Душевая		50	0,54			
Умывальная		50	0,2			
Сушилка (для одежды и обуви)		40	0,2			
Помещения для обогрева работающих или защиты от солнечной		50	0,1			

радиации						
Помещение для приема пищи и отдыха (но не менее 12м ²)		50	1,0			
Туалет с умывальной		100	0,1			

Задания к практической подготовке

Используя приведенные в таблице 30 данные по вариантам:

1. Определить общую численность работающих с дифференциацией по категориям персонала;
2. Установить функциональные группы и номенклатуру потребных временных зданий;
3. Выполнить расчет площадей и составить экспликацию временных зданий и сооружений;
4. Выполнить привязку административно-бытового городка на СГП.

Таблица 30 – Исходные данные для выполнения задания

№ вар.	Численность рабочих по календарному плану	Вид строительства	Кол-во женщин в составе рабочих, %
1	42	Промышленное	10
2	26	Жилищно-гражданское	25
3	18	Транспортное	8
4	36	Городское строительство	30
5	24	Транспортное	8
6	14	Сельскохозяйственное	12

Вопросы к практической подготовке

1. Назначение временных зданий.
2. Классификация временных зданий по назначению, конструктивному решению, методам строительства и эксплуатации.
3. Виды временных инвентарных зданий на строительной площадке.

4. Расчет объемов строительства временных зданий.
5. Бытовые городки на строительном объекте.
6. Назначение, состав, размещение бытовых городков.

Практическая подготовка №12. Организация складского хозяйства

Теоретическая часть

Приобъектные склады организуют для временного хранения материалов, полуфабрикатов, изделий, конструкций и оборудования. Объем складского хозяйства зависит от вида, масштаба и методов строительства, в том числе от способов снабжения.

Для правильной организации складского хозяйства необходимо предусмотреть на строительной площадке:

- открытые площадки для хранения кирпича, железобетонных конструкций и других материалов и конструкций, на которые не влияют колебания температуры и влажности;
- навесы для хранения столярных изделий, рулонных материалов, асбестоцементных листов и т. д.;
- закрытые склады двух типов: отапливаемые (для хранения лакокрасочных материалов, химикатов и т. п.) и неотапливаемые (для хранения войлока, минеральной ваты, гипсокартонных листов, стекла, кровельной стали, фанеры, электротехнических материалов и т. п.).

Проектирование складов следует вести в такой последовательности:

1. Определить необходимые запасы хранимых ресурсов.
2. Выбрать метод хранения (открытое, закрытое и др.).
3. Рассчитать площади по видам хранения.
4. Выбрать тип склада.
5. Разместить и привязать склады на площадке.
6. Произвести размещение сборных конструкций на открытых складах.

Для определения размеров складов необходимо вначале выявить объем материалов, деталей и конструкций, который должен храниться на складе. Запас должен обеспечить бесперебойное снабжение строительных работ, и чем он больше, тем надежнее гарантирован ритмичный ход работ.

В то же время от объема запаса зависит уровень затрат на устройство и содержание склада. С ростом запаса увеличивается общая потребность в материалах вследствие замедления оборачиваемости оборотных средств, в результате ухудшаются экономические показатели строительной организации. Таким образом, запас должен быть минимальным, но достаточным для обеспечения бесперебойного выполнения работ.

На стадии ПОС норматив производственных запасов материалов, подлежащих хранению на складах $P_{скл}$, рассчитывают умножением среднесуточной потребности в нормируемом виде материалов ($P_{общ} / T$) на установленную для другого вида материалов норму запаса в днях и определяют по формуле:

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} T_n k_1 k_2 \quad (45)$$

где $P_{общ}$ - количество материалов, деталей и конструкций, необходимых для выполнения плана строительства на расчетный период;

T - продолжительность расчетного периода по календарному плану, дн.;

T_n - норма запаса материалов, дн.;

k_1 - коэффициент неравномерности поступления материалов на склады, рассчитываемый по конкретным условиям снабжения (для водного транспорта - 1,2, железнодорожного и автомобильного - 1,1);

k_2 - коэффициент неравномерности производственного потребления материала в течение расчетного периода (обычно принимается 1,3).

На стадии ППР запас хранения для конкретного объекта определяют исходя из принятого темпа работ в размере потребности на определенную конструктивно-технологическую часть зданий (захватку, участок). В жилищном строительстве это этаж или этаж-секция; в промышленном - пролет, ярус, этаж и т. п. При монтаже с транспортных средств складировать лишь мелкогабаритные изделия, ограждающие металлоконструкции и вспомогательные материалы. Из технологических соображений их запас принимают равным или кратным потребности на захватку с учетом грузоподъемности транспорта.

На стадии ПОС площадки складов определяют по «Расчетным показателям для составления проектов организации строительства».

Таблица 31 - Нормы запаса материалов, изделий на складах строительства (в днях)

Наименование материалов	Перевозка		
	по железной дороге, км	автотранспортом на расстояние, км	
		до 50	свыше 50
1. Кирпич, камень бутовый и булыжный, щебень (гравий), песок, шлак, сборные железобетонные конструкции, трубы железобетонные, блоки кирпичные и бетонные, камни шлакобетонные, утеплитель плитный, перегородки	15 - 20	5 - 10	7 - 20
2. Цемент, известь, стекло, рулонные и асбестоцементные материалы, переплеты оконные, полотна дверные и ворота, металлоконструкции	20 - 25	8 - 12	10 - 15
3. Сталь (прокатная, арматурная), трубы чугунные и стальные, лес круглый и пиленый, нефтебитум, санитарно-технические и электротехнические материалы, цветные металлы	25 - 30	12	15 - 20

Для основных материалов и изделий расчет полезной площади склада $S_{тр} (м^2)$ производят по удельным нагрузкам:

$$S_{\text{тр}} = P_{\text{скл}} / q \quad (46)$$

где $P_{\text{скл}}$ - расчетный запас материала в натуральных измерителях;

q - норма складирования на 1 м² пола площади склада с учетом проездов и проходов, принятая по расчетным нормативам.

На стадии ППР площади приобъектных открытых складов рассчитывают детально, исходя из фактических размеров складываемых ресурсов и количества нормативной удельной нагрузки на основании склада с соблюдением правил безопасности и противопожарных требований.

Для проверочных расчетов ниже приведены коэффициенты использования площади склада, характеризующие отношение полезной площади склада к общей.

Коэффициенты использования площади складов, K_n :

Закрытый:

- универсальный, оборудованный стеллажами с проходами между рядами (при главном проходе шириной 2,5-3 м) - 0,25 - 0,4;
- отапливаемый - 0,6 - 0,7;
- неотапливаемый - 0,5 - 0,7;
- при штабельном хранении материалов - 0,4 - 0,6.

Открытый для хранения:

- лесоматериалов - 0,4 - 0,5;
- металла - 0,5 - 0,6;
- нерудных строительных материалов - 0,6 - 0,7.

Навесной - 0,5 - 0,6.

Общую площадь склада $S_{\text{тр}}$ (м²) определяют по формуле:

$$S_{\text{тр}} = \sum k_n S, \quad (47)$$

где k_n - коэффициент, учитывающий проезды, проходы и вспомогательные помещения (при открытом хранении материалов навалом $k_n = 1,15 - 1,25$, в штабелях - $1,2 - 1,3$, в закромах и бункерах - $1,3 - 1,4$, для универсальных складов - $1,5 - 1,7$);

S - фактическая площадь складированного ресурса.

Задание 1. Расчета площадей для приобъектного склада открытого типа на стадии разработки ПОС.

Алгоритм выполнения задания:

Расчет площадей для приобъектного склада открытого типа на стадии разработки ПОС приведен в таблицах 32, 33.

1. Продолжительность T потребления принимают по данным календарного плана или составленного на его основе графики потребности в материалах.

2. Общую потребность $P_{\text{общ}}$ в том или ином ресурсе устанавливают проектными данными. Суточную потребность определяют делением общей потребности на продолжительность выполнения работы, на которую расходуется данный ресурс. Коэффициенты неравномерности поступления и потребления приняты в соответствии с приведенными выше рекомендациями, исходя из того, что материалы завозят автотранспортом на расстояние до 50 км.

3. Расчетный запас определяют произведением нормы запаса T_n на коэффициент k_1 и k_2 неравномерности поступления и потребления материалов.

4. Площадь склада вычисляют исходя из норматива q складирования на 1 м^2 склада и потребности $P_{\text{скл}}$, в одновременном складировании ресурса. Последняя графа таблицы показывает, какую фактическую площадь можно отвести для данного материала, исходя из наличия складских площадей, определяемого по СГН.

5. При разработке объектного СГП эти данные уточняют и выполняют детальную раскладку конструкций.

Таблица 32 – Расчет площадей складов открытого типа

Наименование товаров и изделий	Продолжительность потребности, дн.	Потребность		Коэффициенты		Запас материалов, дн.		Расчетный запас материалов	Площадь склада, м ²		Фактическая складская площадь, м ²
		общая на расчетный период	суточная	поступления материалов	потребление материалов	норма	расчетный		норма	расчетная	
			гр. 3/гр. 2				гр. 7 × гр. 5 гр. 6	гр. 4× гр. 8	гр. 9 × гр. 10		
Сборные ж/б конструкции	116	6970 м ³	60 м ²	1,1	1,3	5	7,2	432 м ²	1	432	
Стальные конструкции	116	243 т	2 т	1,1	1,3	8	11,4	22,8 т	3,3	75	
Кирпич	20	120 тыс. шт.	6 тыс. шт.	1,1	1,3	5	7,2	43,2 тыс. шт.	2,5	108	
Щебень, гравий	123	3700 м ³	30 м ³	1,1	1,3	5	7,2	216 м ³	0,7	151	
Трубы чугунные	100	130 т	1,3 т	1,1	1,3	12	17,2	22,3 т	2,0	45	
								Всего		1570	17000

Таблица 33 – Ведомость расчета складских помещений

Конструкции, материалы	Ед. измер.	Общая потребность, Q	Продолжительность укладки материалов в конструкцию, t	Наибольший суточный расход	Число дней запаса	Козф-т неравномерности поступления	Козф. неравномерности погребения, K	Запас на складе, Q	Норма хранения на 1 м ² площади q	Полезная площадь склада F, м ²	Коэффициент использования площади	Полная площадь склада S, м ²	Размеры склада, м	Характеристика склада
Фундаментные блоки и подушки	шт.	314	4	78,5	2	1,1	1,3	224,5	0,5	449	0,6	748	35×21	Откр. площадка
Кирпич	тыс. шт.	256	18	14,3	2	1,1	1,3	40,9	0,6	68,2	0,6	113,6	10×12	-/-
Плиты покрытия	шт.	307	18	17,1	2	1,1	1,3	48,9	0,5	97,8	0,6	163	10×16	-/-
Рубероид	10 м ²	15,2	3	5,1	5	1,1	1,3	36,5	300	0,12	0,6	0,21	4×5	Сарай

Лестничные марши	шт.	30	18	1,7	2	1,1	1,3	4,86	0,5	9,72	0,6	16,2	4×5	Откр. площадка
Стекло	м ²	200	2	100	3	1,1	1,3	429	20	21,45	0,6	35,75	6×6	Навес
Керамическая плитка	м ²	530	4	132,5	3	1,1	1,3	568	80	7,11	0,6	11,84	3×3	-/-

Задания к практической подготовке

1. Выполнить проектирование и расчет складов строительных конструкций и изделий в соответствии с объемами, приведенными в таблице 34.

Таблица 34 – Исходные данные для расчета площади складов

№ вар.	Конструкции, изделия и материалы											
	Фундаменты, блоки, подушки		Кирпич		Плиты покрытия		Рубероид рулонный		Перекрытия оконные		Стекло	
	шт.	продол. укладки	шт.	продол. укладки	шт.	продол. укладки	10 м ²	продол. укладки	10 м ³	продол. укладки	м ²	продол. укладки
1	684	9	540	36	642	32	32,1	6	10	10	440	4
2	420	5	350	24	412	20	20,5	4	6,2	6	280	3
3	340	4	290	20	321	16	15,8	3	5,4	6	230	2
4	560	6	450	30	543	24	26,6	5	8,1	8	380	4
5	730	10	605	42	710	36	34,2	7	10,6	12	490	5
6	810	12	680	48	792	40	38,8	8	12,0	15	560	6

Вопросы к практической подготовке

1. Виды складов при разработке общеплощадочных и объектных стройгенпланов.
2. Виды складских запасов на строительных площадках. Расчет складов на стадии ПОС.
3. Виды складских запасов на строительных площадках. Расчет складов на стадии ППР.
4. Проанализировать, какие факторы определяют нормы запаса материалов на строительной площадке? Привести примеры.
5. От чего зависит количество временных зданий на строительной площадке.
6. Где устраиваются открытые площадки складирования.
7. Какие строительные материалы складывают под навесом.

8. Какие временные помещения относятся к санитарно-бытовым.

Практическое занятие № 3. Выбор и привязка монтажных кранов.

Определение опасных зон на стройгенплане

Теоретическая часть

Определение крайних стоянок крана

Определение крайних стоянок крана (рисунок 16) производят следующем порядке:

- из крайних углов внешнего габарита здания со стороны, противоположной башенному крану производят засечки раствором циркуля, соответствующим максимальному вылету стрелы крана L_{max} (Ст 1 и Ст. 2);
- из середины внутреннего контура здания - раствором циркуля, соответствующим минимальному вылету стрелы крана L_{min} (Ст. 3 и Ст. 4);
- из центра тяжести наиболее тяжелых элементов - раствором циркуля, соответствующим определенному вылету стрелы L_1 согласно грузовой характеристике крана (Ст. 5 и Ст. 6).

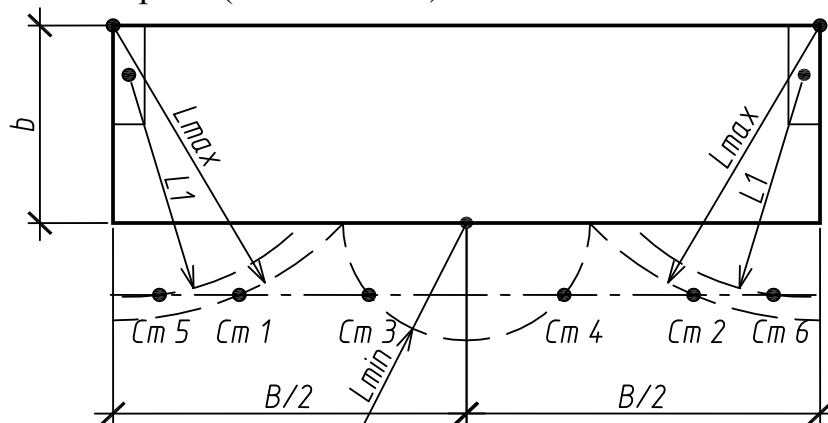


Рисунок 16- Определение крайних стоянок башенного крана

Крайние засечки определяют положение центра крана в крайнем положении.

учетом кратности длины одного рельса - 12,5 м.

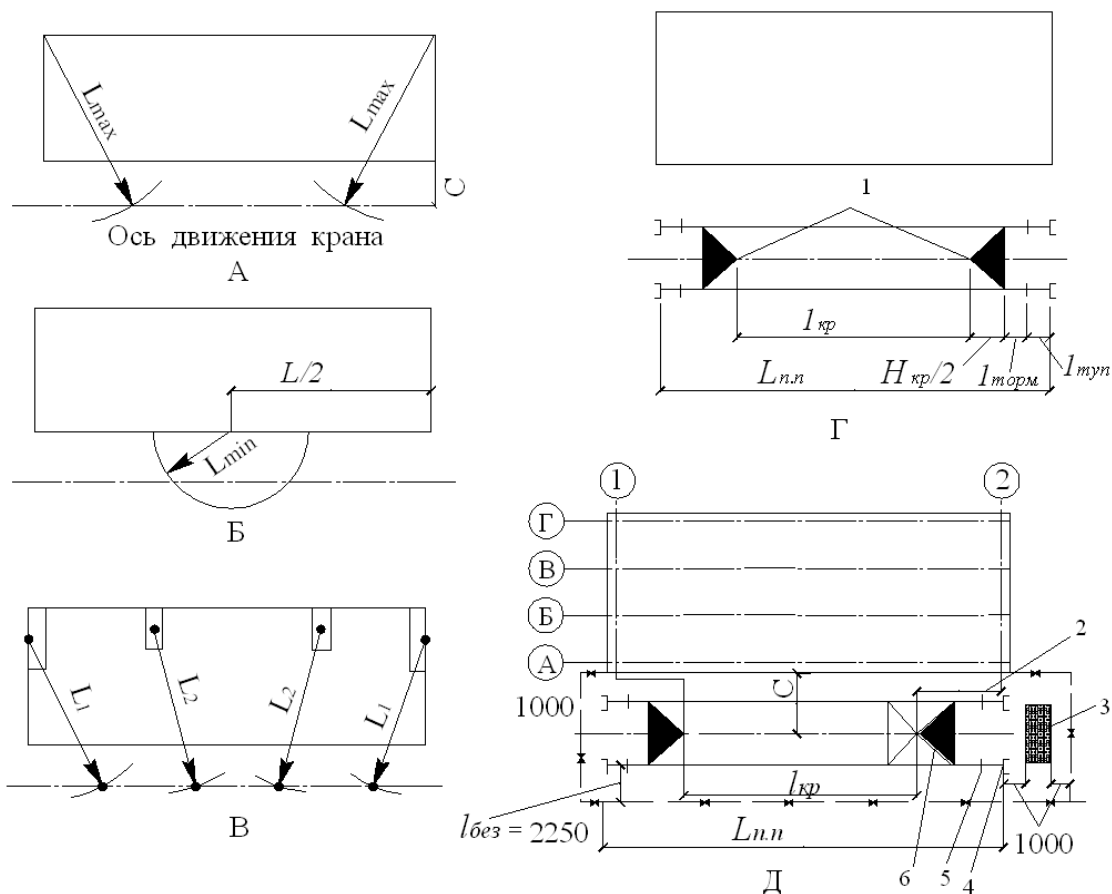


Рисунок 17 - Продольная привязка подкрановых путей.

А, Б, В, - определение $l_{кр}$ - расстояния между крайними стоянками крана, Г - продольная привязка подкрановых путей, Д - схема привязки подкрановых путей. 1 - Крайние стоянки крана; 2 - привязка крайней стоянки к оси здания; 3 - контрольный груз; 4 - конец рельса; 5 - место установки тупика; 6 - база крана

В соответствии с правилами Госгортехнадзора минимальная протяженность путей должна составлять 25 м (2 звена по 12,5 м). При работе в стесненных условиях допускается установка крана на одном звене подкрановых путей (фактически стационарная работа крана), но в этом случае звено должно быть уложено на жесткое основание (фундаментные блоки или специальные сборные конструкции).

Длина подкрановых путей

Продольная привязка подкрановых путей башенных кранов заключается в определении требуемой протяженности подкрановых путей.

По найденным крайним стоянкам крана определяют длину подкрановых путей (рисунок 18):

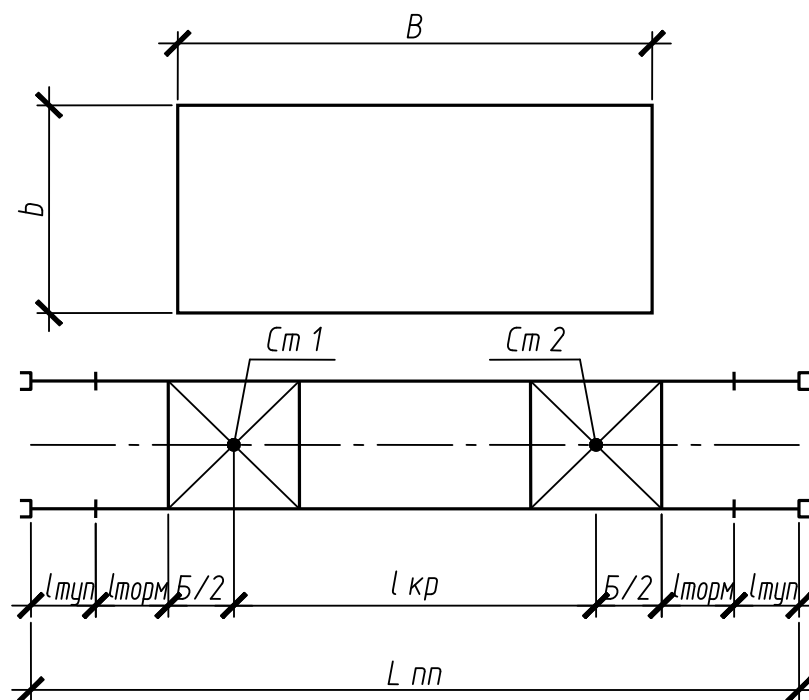


Рисунок 18 - Определение минимальной длины подкрановых путей; Ст 1, Ст 2 - крайние стоянки крана

$$L_{ПП} = l_{КР} + B + 2 \cdot l_{ТОРМ} + 2 \cdot l_{ТУП}, \quad (48)$$

где $L_{ПП}$ - длина подкрановых путей, м;

$l_{КР}$ - расстояние между крайними стоянками крана, определяемое по рис.2.1., м;

B - база крана, определяемая по справочникам (приложение А), м;

$l_{ТОРМ}$ - величина тормозного пути крана, принимаемая не менее 1,5 м;

$l_{ТУП}$ - расстояние от конца рельса до тупиков, равное 0,5 м.

Определяемую длину подкрановых путей корректируют в сторону увеличения с учетом кратности длины полузвена, т. е. 6,25 м. Минимально допустимая длина подкрановых путей составляет два звена (25 м).

Расчет опасной зоны крана.

При работе крана на строительстве зданий, согласно СНиП III-4-80* (2000) Техника безопасности в строительстве, можно выделить следующие опасные для нахождения людей зоны (рисунок 19):

- монтажную зону (М) - пространство, где возможно падение груза при установке и закреплении элементов. Площадь этой зоны определяется контуром здания с добавлением 7 м при высоте здания до 20 м, 10 м - при высоте более 20 м (см рис. 3. штрихпунктирная линия). В монтажной зоне можно размещать только монтажные механизмы, складирование материалов здесь запрещено;

- рабочая зона крана (Р), определяемая радиусом максимального рабочего вылета стрелы крана (рисунок 19);

- зону перемещения грузов (П) - место возможного падения груза при перемещении. Для большинства кранов граница зоны определяется радиусом, равным сумме максимального рабочего вылета крюка и половины длины самого длинного из перемещаемых грузов (см рис 18. штриховая линия);

- опасную зону для нахождения людей (К) в период подъема, установки и закрепления грузов (рисунок 19). Имея исходные данные о габаритах возводимого объекта, выбирают количество кранов и организуют рабочее место крана.

При выборе рабочего места (стоянки) крана необходимо проанализировать различные варианты его размещения и передвижения, а также его технические возможности в зависимости от характеристик поднимаемых конструкций и размеров возводимого здания.

Количество кранов зависит от директивных сроков строительства и конфигурации зданий.

Для возведения многоэтажных зданий, как правило, устанавливают башенные краны с одной стороны (противоположной выходам).

Поперечную привязку к зданию башенных кранов с нижним расположением противовеса определяют по габаритам поворотной платформы, увеличенным на расстояние 0,7 м. Привязка приставного крана, зависит от размеров его опоры, например, бетонного фундамента, к которому кран крепится с помощью анкерных болтов; принимать 2,5 – 3,5 м.

- опасную зону подкрановых путей (О) - огражденная территория подкрановых путей (рисунок 19). Минимальное расстояние от рельса до ограждения принимается равным 0,7 м;

- опасную зону работы подъемника принимают не менее 5 м от габарита подъемника в плане, а при подъеме на большую высоту на каждые 15 м подъема добавляют 1 м;

- опасную зону дороги (Д) - участки дорог, подъездов и подходов в пределах перечисленных зон, где могут находиться люди, не участвующие в работе с краном, транспортные средства и другие механизмы (на рис. 3 заштрихована);

- опасную зону монтажа конструкций (18), указываются при вертикальной привязке крана. Они появляются при монтаже конструкций верхних этажей здания. Наличие опасных зон монтажа конструкций требует разработки специальных мероприятий (выдача нарядов на особо опасные монтажные работы, ограждение зон видимыми сигналами и т.д.).

При работе в стесненных или сложных условиях некоторые движения крана приходится ограничивать. К таким работам можно отнести: возведение здания в условиях плотной городской застройки или действующего предприятия; реконструкцию промышленного цеха, жилого или общественного здания; совместную работу 2-3 кранов или крана и строительного подъемника; работу в охранной зоне ЛЭП, над действующими подземными коммуникациями, в местах движения транспорта и пешеходов и т. д.

В таких случаях кран оборудуется ограничителями поворота стрелы, т. е. осуществляется так называемое принудительное ограничение.

Отключение поворота стрелы происходит за 2 - 3° до достижения установленной границы.

При одновременной работе нескольких кранов составляется график выполнения и очередности строительно-монтажных работ для каждого крана. Стрелы кранов должны находиться на разных уровнях, с разницей отметок не менее 1 м.

Опасные зоны должны иметь сигнальные ограждения, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 12.4.059.-89. Знаки, которые запрещают вход в опасную зону, устанавливаются по периметру ограждения через 30м. Расстояние между стояками сигнальных ограждений - не больше 6м.

Опасные зоны монтажа конструкций строительными кранами показываются окружностями, которые описываются радиусами опасной зоны $R_{оп}$ при подъеме конструкций, устанавливаемых в горизонтальном положении:

$$R_{оп} = R_{стр} + 0,5l + \Delta R, \quad (49)$$

где $R_{стр}$ - радиус поворота стрелы при максимальном вылете, м.

l - длина конструкции, м, см. таблицу 35.

ΔR - расстояние отлета, см. таблицу 35.

Таблица 35 - Минимальное расстояние отлета груза перемещаемого краном в случае его падения

Высота возможного падения груза (предмета), м	Минимальное расстояние отлета, м
До 10	4
" 20	7
" 70	10
" 120	15
" 200	20
" 300	25
" 450	30

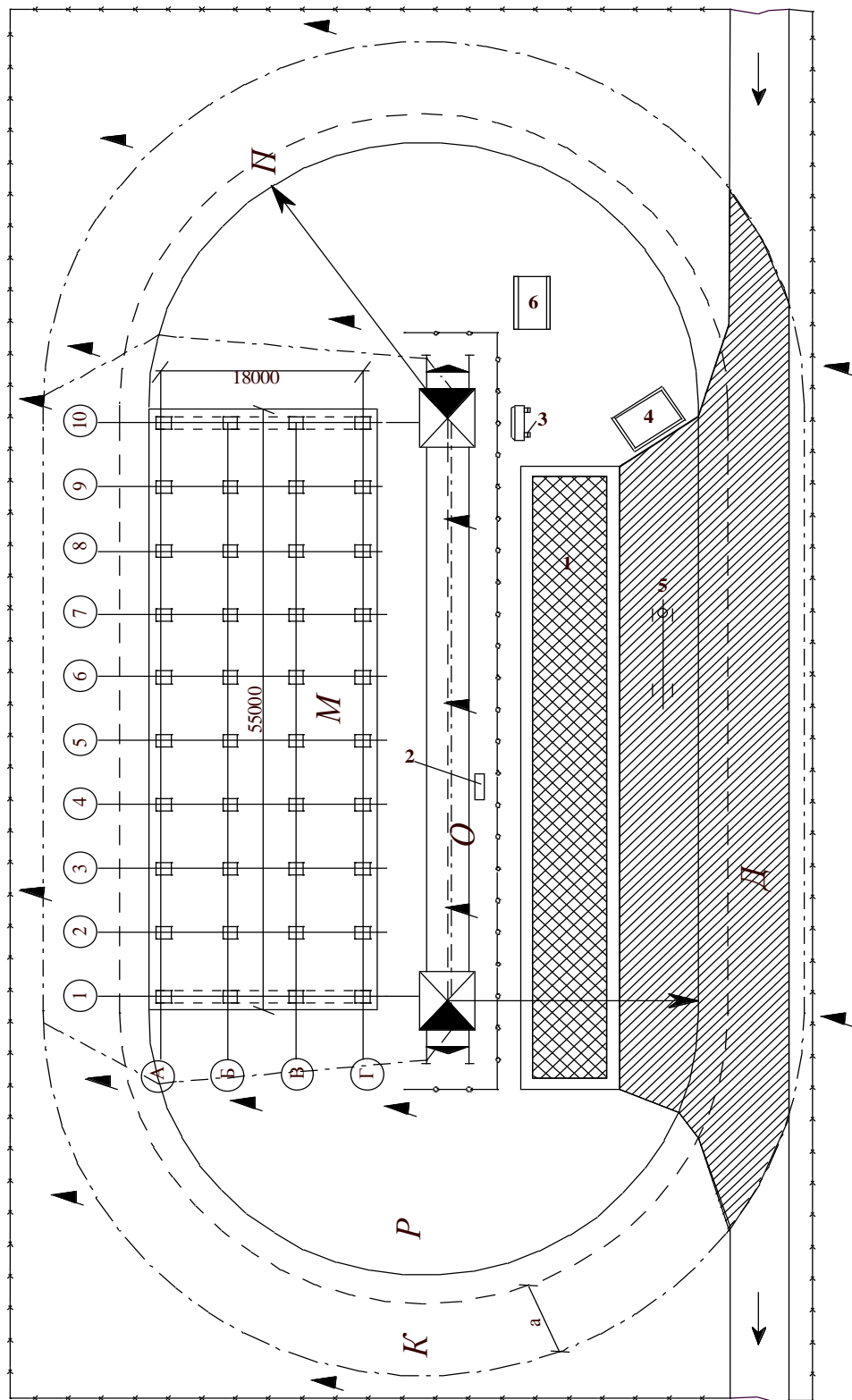


Рисунок 19 - Обозначение зон башенных кранов на стройгенплане.

1 - Площадка для складирования; 2 - шкаф электропитания крана; 3 - стенд со схемами строповки грузов; 4 - площадка для приема раствора; 5 - площадка для разгрузки автотранспорта; 6 - место для хранения грузозахватных приспособлений.

Задания к практическому занятию

1. Определить крайние стоянки крана.
2. Определить длину подкрановых путей.

Исходные данные для выполнения практического занятия принять по таблице 36 в соответствии с номером варианта.

Таблица 36 - Задание для выполнения практического занятия №3

№ варианта	Ширина здания, м	Длина здания, м	Масса наиболее тяжелого элемента (плиты перекрытия), т	Марка крана
1	15	20	4,2	КБ-308
2	18	25	5,1	КБ-420-01(Н)
3	21	30	4,2	КБ-420-01(Н)
4	15	35	5,1	КБ-308
5	18	20	4,2	КБ-420-01(Н)
6	21	25	5,1	КБ-420-01(Н)
7	15	30	4,2	КБ-308
8	18	35	5,1	КБ-420-01(Н)
9	21	40	4,2	КБ-420-01(Н)
0	15	25	5,1	КБ-308

Примечание. Положение наиболее тяжелой конструкции принять согласно рисунку 1. Габарит плит перекрытия при массе 4,2 т составляет 6 м, при 5,1 т – 9 м.

3. Определить опасные зоны крана.
4. Обозначить зоны башенных кранов на стройгенплане

Исходные данные для выполнения практического занятия принять по таблицам 34, 35 в соответствии с номером варианта.

5. На листе формата А3 выполнить чертеж проектируемого здания.
6. На чертеже графическим способом рассчитать и показать крайние стоянки крана.
7. На чертеже выполнить продольную привязку подкрановых путей

Вопросы к практическому занятию

1. Что такое опасная зона работы крана?
2. Что такое монтажная зона работы крана?
3. Определение крайних стоянок крана.
4. В чем заключается выбор и привязка монтажных кранов?
5. Как можно выполнить продольную привязку подкрановых путей?

Список рекомендуемой литературы

Основная литература

1. Основы технологии и организации строительного-монтажных работ : учебник / С.Д. Сокова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 208 с. – (Среднее профессиональное образование). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/943592>

Дополнительная литература

2. Сборник задач по строительным конструкциям : учеб. пособие / А.И. Павлова. – М. : ИНФРА-М, 2018. – 143 с. – (Среднее профессиональное образование). – www.dx.doi.org/10.12737/831. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/952266>

Интернет-ресурсы:

1. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=186620> . - планировка и застройка населенных мест
2. www.stroit.ru – содержит сведения о новейших строительных конструкциях.
3. www.t-bulding.ru – сайт содержит сведения о новейших строительных материалах.

