

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ЛИНЕЙНЫЕ ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ	6
1.1. Формирование исходной статистической и нормативной информации для построения моделей строительства зданий и сооружений поточным методом.....	8
1.2. Разработка имитационной календарной модели организации строительства	14
1.3. Разработка графической модели распределения ресурсов строительства в виде циклограммы.....	18
2. СЕТЕВЫЕ ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	26
2.1. Общий порядок построения сетевых моделей	26
2.2. Табличный (статистический) способ расчета сетевых графиков.....	27
2.3. Графический (имитационный) способ расчета сетевых графиков	28
2.4. Сравнение графического изображения календарных и сетевых моделей распределения ресурсов в строительстве	29
3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	32
3.1. Исходные данные для построения инженерно-информационной модели процесса производства строительно-монтажных работ	33
3.1.1. Постоянные (стационарные) исходные данные для построения информационной модели строительного процесса	34
3.1.2. Переменные (динамические) исходные данные для построения информационной модели строительного процесса	36
3.2. Процедуры вычислений в инженерно-информационной модели строительного процесса.....	40
3.2.1. Определение скорости строительного процесса.....	40
3.2.2. Определение координат строительного процесса.....	44
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА.....	46
4.1. Построение принципиальной блок-схемы инженерно-информационной модели строительного процесса.....	46
4.2. Формирование количественных исходных данных на основе нормативной и статистической информации	47
4.3. Организация вычислительных процедур инженерно-информационной модели	51
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59

ВВЕДЕНИЕ

Модель организации строительного производства в общем случае принято представлять в виде графиков производства работ. Такая модель предназначена для определения объема работ, который должен быть выполнен в любой момент времени исходя из общей продолжительности создания готовой строительной продукции. Под любым моментом времени понимается такая величина, которая находится на числовой оси от нуля (строго больше нуля) до значения установленной продолжительности (меньше или равна установленному значению продолжительности строительства). При этом продолжительность строительства устанавливается договором подряда. Она, как правило, не должна превышать нормативную величину, вычисленную по СНиП 1.04.03–85 (Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений) или принятую из соответствующего сборника НЦС (Укрупненные нормативы цены строительства).

Графики производства строительно-монтажных работ предусматривают последовательное и параллельное функционирование технологических процессов строительства. Технологическая последовательность устанавливается проектировщиком в разделе 6 «Проект организации строительства» (п.п. 23к, 23х Положения о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию, утв. Постановлением Правительства РФ № 87 от 16.02.2008 г.). Графики строительства принято разделять на линейные (диаграмма Ганта), сетевые и циклограммы. Ключевым вопросом для построения всех видов графиков является определение продолжительности выполнения установленного объема строительно-монтажных работ.

Продолжительность производства работ на графиках всех типов изображается в виде прямой линии, как правило, привязанной к оси времени (в большинстве случаев для измерения времени применяется ось абсцисс). Длина линии (отрезка) соответствует продолжительности выполнения работ в выбранном масштабе и единицах времени (например, часы, смены, сутки). Значение продолжительности вычисляют путем деления затрат труда (затрат машинного времени) на количество рабочих (строительных машин), участвующих в технологическом процессе. Затраты труда, необходимые для выполнения заданного объема работ, представляют собой произведение затрат труда, необходимых для выполнения единичного объема работ, на заданный объем работ. Если объем работ представляет собой в большинстве случаев постоянную величину, установленную проектом, то затраты труда для выполнения единичного объема работ могут значительно отличаться даже при выполнении одного и того же вида строительно-монтажных работ.

Точность определения затрат труда, необходимых для выполнения единичного объема работ, определяет степень достоверности расчетного значения продолжительности. Для определения затрат труда, необходимых для выполнения единичного объема работ, чаще всего используют нормативное значение, приведенное в ГЭСН (Государственные элементные сметные нормы) или ФЕР (Федеральные единичные расценки). С целью увеличения степени достоверности значений затрат труда, необходимых для выполнения единичного объема работ, могут применяться статистические, вероятностные, имитационные модели. В настоящей работе для построения моделей организации строительного производства применяются нормативные значения затрат труда (то есть величины, приведенные в ГЭСН или ФЕР).

Принимая во внимание большое разнообразие организационных и управленческих решений, которое необходимо принимать при построении моделей организации строительства, в настоящем пособии приводятся практические примеры построения календарных графиков строительства в виде диаграммы Ганта (линейный график), сетевой модели, циклограммы. В заключении рассмотрена перспективная информационная модель, детально описывающая технологический процесс разработки грунта экскаватором с обратной лопатой при устройстве котлована. Для построения перечисленных моделей организации строительства будет применяться одинаковая исходная информация, приведенная в разделе 1.

1. ЛИНЕЙНЫЕ ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ПОТОЧНЫМ МЕТОДОМ

Построение модели строительства поточным методом включает определение:

- очередности и сроков строительства объектов;
- состава и объемов работ, последовательности и продолжительности их выполнения с увязкой по временным интервалам;
- потребности в трудовых и материально-технических ресурсах по объектам и видам работ;
- распределения во времени и пространстве трудовых и материально-технических ресурсов;
- комплектов материалов, изделий, конструкций, технологического оборудования по временным периодам строительства;
- мощности привлекаемых к строительству подрядных общестроительных и специализированных организаций, предприятий и органов материально-технического обеспечения.

Основными этапами разработки и принятия организационно-технологических решений являются: определение пространственных параметров комплекса (объекта); формирование структуры потоков; расчет и построение диаграмм Ганта и циклограмм (календарных графиков) с учетом запроектированных комплексов машин.

В составе промышленных предприятий устанавливаются *очереди строительства* и *пусковые комплексы* со сроками ввода в действие производственных мощностей. В пусковом комплексе выделяются *узлы*, каждый из которых при необходимости подразделяется на участки и захватки.

К *участкам* относятся части зданий, сооружений (или территорий), в пределах которых существуют одинаковые условия и применимы одинаковые методы производства работ. В качестве участков принимаются температурные блоки или пролеты одноэтажных зданий, один-два этажа в пределах температурных блоков многоэтажных зданий, ярусы или пространственные блоки специальных сооружений, зоны территории промплощадки, технологические участки оборудования (группы основного и вспомогательного оборудования, опробование которых должно выполняться комплексно вследствие общности устройства контрольно-измерительных приборов и автоматики, привода и т.п.), а также фундаменты, машинные залы, подвалы, тоннели и другие строительные конструкции и элементы производственных сооружений, непосредственно связанные с оборудованием.

Основными требованиями при членении узлов на участки являются: однородность выделяемых частей объектов и сооружений по конструктивным и технологическим признакам; общность технологического цикла строительного производства по выделяемым частям объектов и сооружений; объемно-планировочная и конструктивная завершенность выделяемой части (пространственная жесткость и устойчивость, а также возможность временного прекращения и последующего возобновления работ).

Захватки представляют собой части объектов, в пределах которых повторяются одинаковые объемы по ведущему виду работ. В качестве захваток целесообразно принимать встроенные помещения и их части, один или несколько фундаментов под несущие конструкции или технологическое оборудование, пролеты или части пролетов основных несущих конструкций и соответствующие элементы покрытия, стеновые ограждающие конструкции в пределах нескольких шагов колонн, полы в пределах определенных помещений или их части и т.п. К основным требованиям членения участков на захватку относятся: общность выделяемых частей объекта; равнотрудоёмкость строительной продукции (по ведущему технологическому процессу); кратность размеров захваток, при которых про-

должительность отдельных процессов на захватке должна составлять принятую единицу времени (смену, сутки или кратное им время), определяющую ритм потока.

Структурно потоки подразделяют на следующие виды: специализированный, объектный, комплексный, территориальный, отраслевой.

Специализированный поток представляет собой непрерывное выполнение определенного вида (видов) строительных, монтажных или специальных работ с заданной (расчетной) интенсивностью и постоянным составом исполнителей.

Объектный поток включает в себя совокупность специализированных потоков, совместной продукцией которых являются полностью законченные здания (сооружения) или их части.

Комплексный поток устанавливается из совокупности объектных и сквозных специализированных потоков, продукцией которых являются полностью законченные комплексы зданий (сооружений) или однородные по своему отраслевому назначению объекты строительства.

Территориальный поток представляет собой непрерывный процесс возведения предприятий, зданий и сооружений в масштабе определенного региона на основе сбалансированной работы генподрядных строительных организаций и многочисленных субподрядных организаций.

Отраслевой поток представляет собой непрерывный процесс возведения однородных предприятий, объединенных единой программой их создания в определенной отрасли промышленности с учетом рассредоточенности районов строительства по всей территории страны.

Параметры строительных потоков подразделяют на три группы, выражающие их временные, организационные и пространственные характеристики.

Временными параметрами строительных потоков являются:

– ритм (шаг) специализированного потока — продолжительность выполнения работ отдельной бригадой на одной захватке;

– продолжительность выполнения работ каждого специализированного потока на отдельных объектах;

– отрезки времени между работами смежных бригад на одной и той же захватке.

К организационным параметрам относятся:

– структура потоков;

– количество параллельных потоков (специализированных, объектных, комплексных), действующих в пределах объекта, узла, пускового комплекса;

– интенсивность строительного потока.

Основным пространственным параметром является фронт работ.

Построение диаграмм Ганта и циклограмм по заданному сроку строительства производят в два этапа:

– разрабатывают расчетную схему увязки потоков между собой (специализированных — в объектном, а объектных — в комплексном), на основе требований ввода отдельных объектов в эксплуатацию в соответствии с установленной схемой последовательности ввода узлов и с учетом межузловых ограничений во времени;

– строят диаграмму Ганта или циклограмму потока.

При проектировании строительных потоков определяют количественный и качественный состав средств механизации для выполнения планируемых объемов работ. Выбор комплексов машин производится в следующей очередности:

– определяют номенклатуру машин по типоразмерам;

– рассчитывают эксплуатационную производительность головных (ведущих) и комплектующих машин;

- устанавливают количество вспомогательных машин для выполнения подготовительных и складских операций;
- определяют количество технологически необходимых комплексов машин по вариантам механизации на основе установленного директивного срока производства работ, проектируемой интенсивности потока и производительности одного комплекса.

Эксплуатационная производительность вспомогательных машин должна соответствовать производительности основной машины. Для сравнительной оценки вариантов механизации и выбора из них наилучшего следует применять следующие основные показатели: себестоимость и трудоемкость механизированных работ, продолжительность выполнения механизированных работ. Эффективность подобранного комплекса машин в целом определяется путем установления разницы затрат по применяемому и расчетному вариантам.

1.1. Формирование исходной статистической и нормативной информации для построения моделей строительства зданий и сооружений поточным методом

Пусть требуется построить график производства строительно-монтажных работ по возведению монолитного каркаса 9-этажного здания гражданского назначения размером в осях 18×60 метров. Проектом определены колонны сечением 400×400 мм с центральной привязкой (то есть колонна привязана к оси по центру симметрии) колонн к осям здания и высотой 3 метра, перекрытие безбалочное, толщиной 0,2 м. Типовой этаж такого здания показан на рис. 1.1.

Процесс формирования исходных данных представляет собой определение объема строительно-монтажных работ по возведению монолитных колонн и безбалочного перекрытия 9-этажного здания. Результат вычисления объемов работ заносится в ведомость. Форма ведомости приводится в п. 5.7 МДС 12-81.2007 «Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ» и в прил. В СТО НООСТРОЙ 2.3351–2011 «Организация строительного производства. Подготовка и производство строительных и монтажных работ (с Поправкой)». Применительно к решению задачи построения модели строительного процесса форма объемов работ, предлагаемая в прил. В СТО НООСТРОЙ 2.3351–2011, более информативна, что следует отнести к явному преимуществу при моделировании строительного процесса.

Для построения *информационной модели* процесса устройства несущего каркаса объекта строительства (рис. 1.1) необходимо определить величину трудовых ресурсов, а также время работы машин и механизмов, необходимых для выполнения объема работ на типовом этаже (табл. 1.1) и в целом по возведению объекта (значения из 4-го столбца табл. 1.1, увеличенные в 9 раз, поскольку здание состоит из 9 этажей). Для определения времени, необходимого для работы машин, а также затрат труда применяется калькуляция трудовых затрат.

Форма калькуляции трудовых затрат приводится в табл. 5.9 Методических рекомендаций по составу и содержанию проектов производства работ Федерального центра нормирования, стандартизации и оценки соответствия в строительстве (примеры расчета в прил. Б, п. 4, табл. 7 прил. Г). Нормы времени взяты из ЕНиР в связи с необходимостью детального рассмотрения отдельных технологических процессов. Применительно к объекту строительства (рис. 1.1) калькуляция трудовых затрат и машинного времени приводится в табл. 1.2.

К наилучшему варианту организации работ по устройству монолитного каркаса объекта строительства принято относить одновременное выполнение арматурных, опалубочных работ и укладку бетонной смеси в разных частях здания (то есть тремя потоками).

План типового этажа. М 1:300

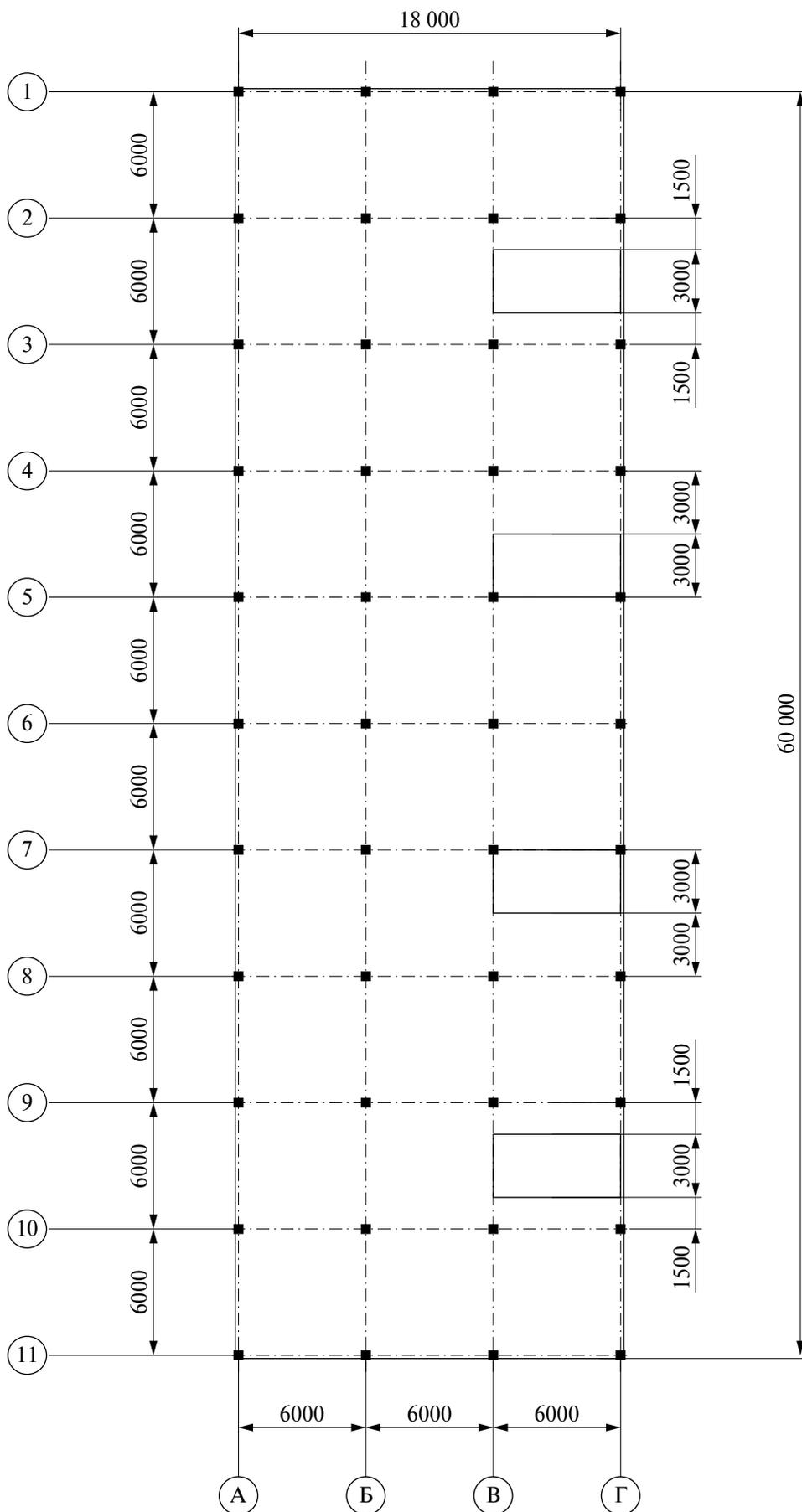


Рис. 1.1. План типового этажа объекта строительства

Таблица 1.1

**Ведомость объемов работ по возведению каркаса многоэтажного здания
из монолитного железобетона**

Виды работ	Строительные процессы	Единицы измерений	Объем	Метод определения
Устройство монолитного перекрытия	Монтаж опалубки перекрытия	м ²	1032,0	П. 2.6.4 ГЭСН 81-02-06–2020
	Монтаж арматурного каркаса перекрытия из отдельных стержней (вязка арматуры)	т	22,09	По проекту с учетом п. 5.1.2, табл. 1 ГОСТ 34028–2016
	Укладка бетонной смеси в перекрытие	м ³	206,46	П. 2.6.4 ГЭСН 81-02-06–2020
Устройство колонн из монолитного железобетона	Монтаж арматурного каркаса колонны из отдельных стержней (вязка арматуры)	т	5,30	По проекту с учетом п. 5.1.2, табл. 1 ГОСТ 34028–2016
	Монтаж опалубки колонн	м ²	211,20	П. 2.6.2 ГЭСН 81-02-06–2020
	Укладка бетонной смеси в колонны	м ³	21,12	П. 2.6.2 ГЭСН 81-02-06–2020

Таблица 1.2

**Калькуляция затрат труда и машинного времени,
необходимых для возведения типового этажа (рис. 1.1)**

№ п/п	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.ч	машиниста, чел.ч	рабочих, чел.ч	машиниста, чел.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство перекрытия								
1	Монтаж опалубки перекрытия, в том числе:	м ²	1032,00				582,0	
1.1	устройство поддерживающих лесов высотой до 6 м под опалубку безбалочных перекрытий на раздвижных стойках	100 м стоек	30,96	Е4-1-33-3	7,8		241,5	
1.2	опалубка безбалочных перекрытий при площади между осями колонн св. 10 м ² щитовой опалубкой	м ²	1032,00	Е-1-34-Г.5-3а	0,22		227,0	
1.3	распалубка безбалочных перекрытий при площади между осями колонн св. 10 м ² щитовой опалубкой	м ²	1032,00	Е-1-34-Г.5-3б	0,11		113,5	
2	Монтаж арматурного каркаса перекрытия из отдельных стержней (вязка арматуры)	т	22,09	Е4-1-46	14		309,3	
3	Укладка бетонной смеси в безбалочные перекрытия при площади между осями св. 20 м ²	м ³	206,46	Е4-1-49-Б2-15	0,57		117,7	

№ п/п	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел.ч	маши-ниста, чел. ч.	рабочих, чел.ч	маши-ниста, чел.ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Устройство колонн из монолитного железобетона								
4	Монтаж арматурного каркаса колонны из отдельных стержней (вязка арматуры)	т	5,30	Е4-1-46	12		152,1	
5	Монтаж опалубки колонн, в том числе:	м ²	211,20				107,7	
5.1	Устройство опалубки колонн сечением до 1200 мм	м ²	211,20	Е4-1-34-Бю3-1	0,51		44,4	
5.2	Разборка опалубки колонн сечением до 1200 мм	м ²	211,20	Е4-1-34-Бю3-1	0,21		63,6	
6	Укладка бетонной смеси в колонны	м ³	21,12	Е4-1-49-Б2-4	1,5		31,68	

Для решения этой задачи объединим затраты труда, необходимые для выполнения каждого вида строительно-монтажных работ (арматурных, опалубочных и укладки бетонной смеси). Результаты такого объединения показаны в табл. 1.3.

Таблица 1.3

Укрупненная калькуляция затрат труда, необходимых для возведения типового этажа объекта строительства (рис. 1.1)

№ п/п	Наименование технологических процессов	Ед. изм.	Объем работ	Обоснование	Норма времени		Затраты труда	
					рабочих, чел. ч.	маши-ниста, чел. ч	рабочих, чел. ч	маши-ниста, чел. ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Выполнение опалубочных работ на типовом этаже	1 м ²	1243,2	Е4-1-33-3; Е4-1-34-Г.5-3а; Е4-1-34-Г.5-3б			734,1	
2	Выполнение арматурных работ на типовом этаже	1 т	27,39	Е4-1-46			372,9	
3	Выполнение работ по укладке бетонной смеси на типовом этаже	1 м ³	227,58	Е4-1-49-Б2-15; Е4-1-49-Б2-4			149,4	
4	Итого затрат труда при возведении типового этажа						1256,3	

Процедуру определения количества рабочих для каждого вида строительно-монтажных работ при организации поточного метода возведения конструкций зданий и сооружений, как правило, выполняют исходя из одинаковой продолжительности работ на захватке. Важно подчеркнуть, что количество захваток при возведении конструкций из монолитного железобетона рекомендуется назначать на одну больше, чем количество работ. В рассматриваемом примере количество работ три, следовательно, количество захваток должно быть четыре. Такой подход объясняется необходимостью обеспечить техноло-

гический перерыв работы на захватке, который необходим для набора прочности бетоном. Для удобства представим вычисление затрат труда, количества рабочих и продолжительности выполнения работ на одной захватке в виде таблицы (табл. 1.4).

Таблица 1.4

Последовательность вычисления затрат труда, количества рабочих и продолжительности выполнения работ на одной захватке

Наименование технологических процессов	Ед. изм.	На типовом этаже		На типовой захватке			
		объем работ	затраты труда, чел.ч	объем работ	затраты труда, чел.ч	кол-во рабочих, чел.	время, смен
1	2	3	4	5	6	7	8
Выполнение опалубочных работ на типовом этаже	1 м ²	1243,2	734,1	310,8	183,5	12	2,0
Выполнение арматурных работ на типовом этаже	1 т	27,39	372,9	6,8	93,2	6	2,0
Выполнение работ по укладке бетонной смеси на типовом этаже	1 м ³	227,58	149,4	56,9	37,3	2	2,0

Важным элементом процесса подготовки исходной информации является определение границ технологических захваток на плане объекта строительства, а также определение последовательности выполнения работ и направление движения строительных потоков (рис. 1.2). Для рассматриваемого примера опалубочные работы являются ведущим процессом. Именно монтаж опалубки задает ритм всех остальных потоков.

Опалубочные работы выбраны ведущим процессом не случайно. При монтаже элементов опалубки достаточно высока доля ручных операций, что подтверждается величиной трудоемкости, как для типового этажа, так и для типовой технологической захватки. Кроме этого, увеличение скорости строительства за счет увеличения количества рабочих, занятых монтажом опалубки, представляется достаточно затруднительным, поскольку работы выполняются на довольно ограниченной площади (15×15 метров).

Из соображений строго технологической последовательности определен замыкающий процесс. Совершенно очевидно, что укладка бетонной смеси в конструкцию до завершения работ по монтажу опалубки и арматуры в данном примере не имеет смысла.

Нормативная производительность работы бетонщиков, установленная по таблицам ЕНиР04, не выходит за пределы эксплуатационной производительности подачи бетонной смеси краном и бункером (6–8 м³/час). Следовательно, обеспечен запас времени, который может быть использован краном для подачи арматуры и опалубки к месту производства соответствующих работ.

Помимо затрат труда и продолжительности строительства, при моделировании строительных процессов часто обращаются к сметной стоимости строительной продукции, получаемой в результате выполнения строительно-монтажных работ. Для нахождения сметной стоимости рекомендуется пользоваться сборниками (ФЕР — для территории Московской области, ТЕР — для других субъектов РФ). Исходные данные стоимости технологического процесса возведения несущих конструкций здания представим в форме локального сметного расчета, приведенного в приложении № 2 к «Методике определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации» (рис. 1.2).

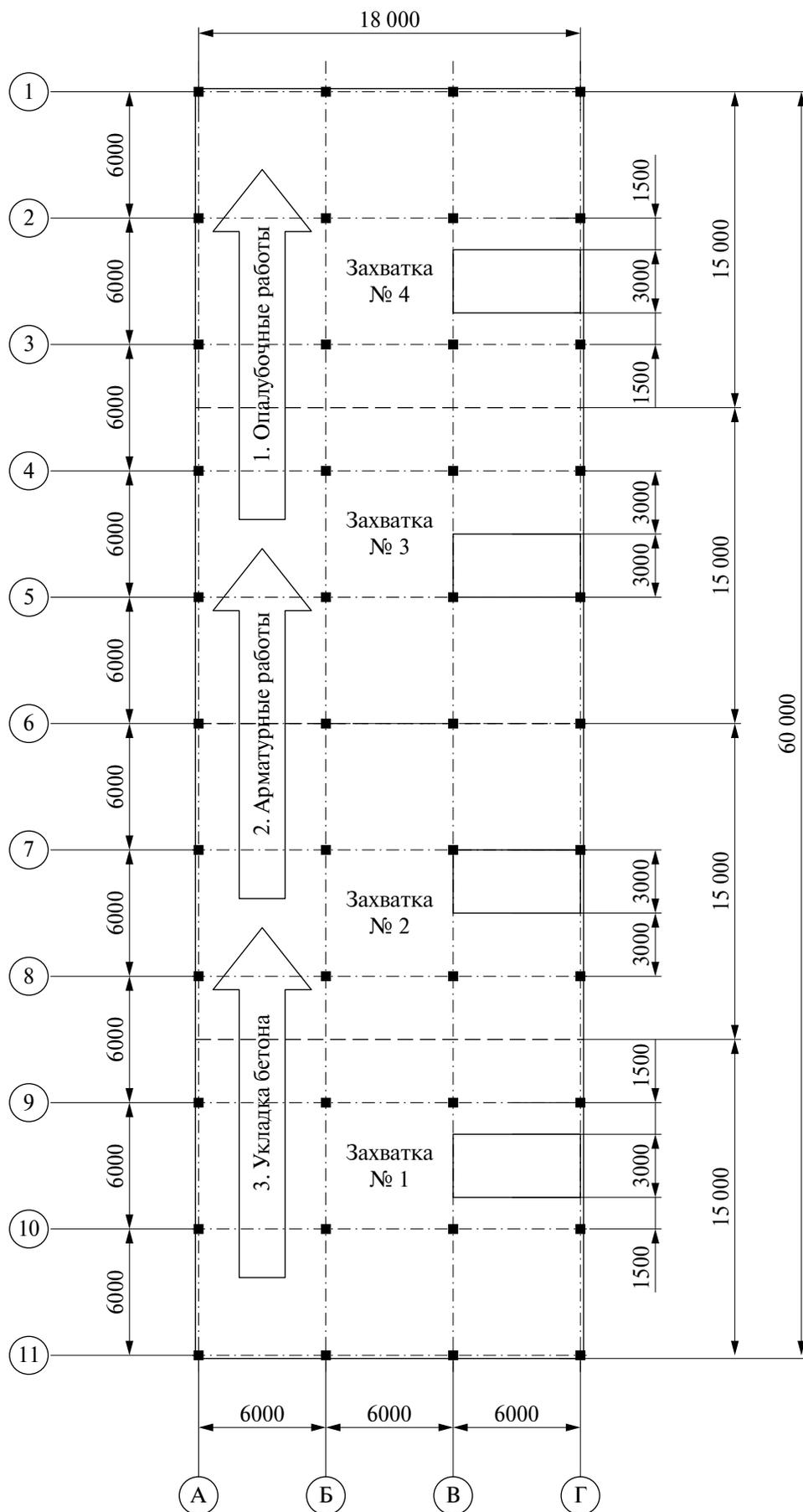


Рис. 1.2. План разбивки на захватки типового этажа объекта строительства

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru