

Лекция 4

Календарное планирование строительства комплекса объектов

Календарный план строительства комплекса объектов разрабатывается в составе ПОС как рабочего документа, в котором планируют работы в укрупненном виде по отдельным объектам и этапам работ.

На основе общей организационно-технической схемы календарный план строительства комплекса зданий устанавливает очередность и сроки строительства основных и вспомогательных зданий и сооружений, пусковых комплексов и работ подготовительного периода с распределением капитальных вложений и объемов строительно-монтажных работ по этапам строительства и по времени календарного планирования.

Исходными данными для составления календарных планов, разрабатываемых в составе ПОС, являются:

- ведомости объемов работ;
- организационно-технологические схемы возведения основных зданий и сооружений и описание методов производства сложных строительно-монтажных работ;
- нормативные или директивные (установленные) сроки строительства объекта, комплекса его частей;
- документация изысканий, в том числе данных, характеризующих возможности подрядных организаций и материально-технической базы строительства.

Календарный план составляется с распределением объемов работ в денежном и физическом выражении по годам, кварталам или месяцам года. Проектирование календарного плана строительства комплекса объектов осуществляется на основе следующих принципов:

- постоянные объекты, которые могут быть использованы в процессе строительства, должны быть построены в первую очередь в подготовительный период;
- стоимость трудовых, материальных и энергетических затрат должна быть минимальной;
- принимаемые решения по временному строительному хозяйству должны создавать условия для высокопроизводительного труда;
- планируемая продолжительность строительства не должна превышать нормативную;
- принимаемые решения по прокладке инженерных коммуникаций должны способствовать эффективному использованию строительных машин и малой механизации;
- организационные решения по внутриплощадочной подготовке должны обеспечиваться рациональными технологическими схемами совмещения работ.

Обеспечение строительства объектов капитальными вложениями, проектно-сметной документацией, материально-техническими и трудовыми ресурсами должно осуществляться в объемах и сроки, гарантирующие соблюдение норм. Помимо общих сроков продолжительности строительства новых и расширения действующих предприятий, нормы устанавливают продолжительность строительства их отдельных очередей, пусковых комплексов, цехов и производств.

Очередь строительства может состоять из одного или нескольких комплексов. Отдельно определяются продолжительность подготовительного периода, передачи оборудования в монтаж и монтаж оборудования в месяцах от начала строительства. Срок строительства включает время от начала подготовительного периода (в составе которого нормы предусматривают только внутриплощадочные работы) до ввода в действие

мощностей предприятия или до сдачи в эксплуатацию объектов непроизводственного назначения.

В отличие от внутриплощадочных продолжительность внешних подготовительных работ нормируется и планируется дополнительно к установленным нормам продолжительности сооружения объекта.

С целью обеспечения своевременного образования фронта работ и ритмичного производства работ, а также своевременного ввода мощностей в эксплуатацию ведется планирование строительного задела. Заделом в строительстве называют объем работ, который должен быть выполнен на переходящих объектах к концу планируемого года для обеспечения непрерывности производства работ и ритмичности ввода в эксплуатацию строящегося здания или сооружения. Разработанные календарные планы строительства подвергаются их технико-экономической оценке.

Основным показателем для оценки является результат сопоставления продолжительности строительства по разработанному календарному плану с действующими нормами. Другими важными показателями календарных планов строительства являются равномерное потребление производственных ресурсов и рабочей силы, уровень механизации и механовооруженности строительства, трудоемкость выполнения строительно-монтажных работ.

Календарное планирование строительства отдельных зданий и сооружений

Календарный план производства работ на отдельных объектах предназначен для определения последовательности и сроков выполнения общестроительных, специальных и монтажных работ, осуществляемых при возведении объекта. Календарные планы строительства отдельных зданий и сооружений разрабатываются в составе ППР.

Исходными данными для разработки календарных планов возведения отдельных объектов являются:

- проект здания, планировочные характеристики здания;
- данные о технологии сооружения данного здания;
- проект технологии строительства;
- проект организации строительства, который входит составной частью в технический проект.

Календарный план на объекте состоит из двух частей: левой - расчетной и правой - графической (табл. 5.1). Графическая часть может быть: линейный график Ганта, циклограмма или сетевая модель.

Таблица 5.1

Календарный план строительства

Работы	Объем работ		Затраты машинного времени	Требованиям машин		Продолжительность работ, дн	Число людей	Мощность механизмов в смеху	Система фронта	График работы (дни недели)								
	специальных	монтажных		механизированных	ручных					механизированных	1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	

Графа 1 (перечень работ) заполняется в технологической последовательности выполнения работ с группировкой их по видам и периодам, чтобы график был лаконичным, а работы, за исключением выполняемых разными исполнителями, необходимо объединить. В комплексе работ одного исполнителя должна быть показана та часть, которая открывает фронт для работы следующей бригаде.

Объемы работ (графы 2 и 3) определяется по рабочим чертежам и сметам. Объемы специальных работ определяются в стоимостном выражении (по смете), если трудоемкость рассчитывается по выработке; при использовании укрупненных показателей - в соответствующих им измерителях.

Трудоемкость работ (графа 4) и затраты машинного времени (графы 5 и 6) рассчитываются с учетом планируемого роста производительности труда путем введения поправочного коэффициента на перевыполнение норм.

К моменту составления календарного плана должны быть определены методы производства работ и выбраны машины и механизмы. Выбор методов производства работ и основных строительных машин осуществляют исходя из необходимости наибольшего охвата механизацией основных видов работ. В целях сокращения числа занятых на объекте рабочих следует предусматривать малую механизацию.

Выполнять работы можно различными способами с применением различных машин. Выбор наиболее целесообразного способа производства работ и соответствующих машин в этом случае нужно производить путем сравнительного анализа. За критерии эффективности сравниваемых вариантов принимается минимум себестоимости работ. Для этого составляется калькуляция себестоимости. Необходимое количество машин зависит от объема и характера строительно-монтажных работ и продолжительности их выполнения.

Продолжительность работ, выполняемых вручную (дни) (графа 7), рассчитывается путем деления трудоемкости работ (чел.-дн.) на количество рабочих, которые могут занять фронт работ.

Количество смен отражается в графе 8. При использовании основных машин (монтажных кранов, экскаваторов) количество смен принимается не менее двух. Сменность работ, выполняемых вручную и с помощью механизированного инструмента, зависит от фронта работ и рабочих кадров. Количество смен определяется также требованиями проекта (непрерывное бетонирование и т. д.) и директивными сроками возведения объекта.

Число рабочих в смену и состав бригады (графы 9 и 10) определяются в соответствии с трудоемкостью и продолжительностью работ. При расчете состава бригады, с учетом того, что переход с одной захватки на другую не должен вызывать изменений в численном и квалификационном составе, устанавливается наиболее рациональное совмещение профессий в бригаде.

Расчет состава бригады производится в следующей очередности: намечается комплекс работ, поручаемых бригаде (по гр. 1); подсчитывается трудоемкость работ, входящих в комплекс (гр. 4); выбираются из калькуляции затраты труда по профессиям и разрядам рабочих; устанавливаются рекомендации по рациональному совмещению профессий; устанавливается продолжительность ведущего процесса на основе данных о времени, которое необходимо ведущей машине для выполнения намеченного комплекса; рассчитывается численный состав звеньев и бригады; определяется профессионально-квалификационный состав бригады.

Количественный состав каждого звена определяется на основе затрат труда на работах, порученных звену (чел.-дн.) и продолжительности выполнения ведущего процесса (дн.). Количественный состав бригады определяется суммированием численности рабочих всех звеньев бригады. Затраты труда по профессиям и разрядам устанавливаются путем выборки из калькуляции трудовых затрат.

График производства работ - правая часть календарного плана наглядно отображает ход работ во времени, последовательность и увязку работ между собой. Календарные сроки выполнения отдельных работ устанавливаются из условий соблюдения строгой технологической последовательности с учетом представления в минимальные сроки фронта работ для выполнения последующих работ.

Моделирование календарного плана

Являясь основным документом проекта производства работ, календарный план представляет собой организационно-технологическую модель строительства объекта, поскольку в нем взаимоувязываются все строительные и монтажные работы, выполняемые в определенной последовательности и в точно назначенные сроки.

В практике организации строительства существуют четыре модели взаимосвязей работ.

Первая модель характеризуется тем, что каждая предшествующая работа меньше последующей по продолжительности, по объему или по сметной стоимости (рис. 5.2).

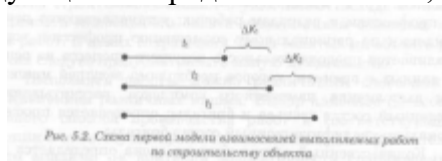


Рис. 5.2. Схема первой модели выполнения работ по строительству объекта

Если $t_1 < t_2 < t_3$, тогда $\Delta K_j = t_{i+1} - t_i$

где t_i - продолжительность выполнения i -й работы;

ΔK_j - приращение времени между окончаниями каждой j -й пары смежных работ.

Так как смежные работы не могут одновременно начинаться, то должен быть обеспечен минимальный задел (рис. 5.3). Поэтому вводят временной параметр K_{jmin} как минимальные фронты работ, которые должны обеспечить предыдущие процессы для начала последующих работ (принимается 30-50% от продолжительности работы).

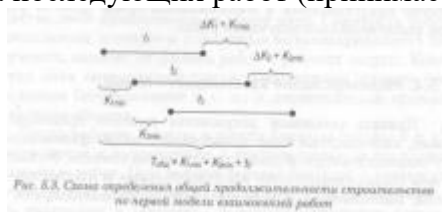


Рис. 5.3. Схема определения общей продолжительности строительства по первой модели выполнения работ

По **второй модели** продолжительность предыдущей работы больше последующей (рис. 5.4).

Если $t_1 > t_2 > t_3$, тогда $\Delta K'_j = t_{i-1} - t_i$

где $\Delta K'_j$ - приращение времени между началами каждой j -й пары смежных работ.

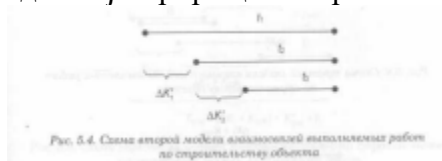


Рис. 5.4. Схема второй модели выполнения работ по строительству объекта

Однако смежные работы не могут одновременно заканчиваться, следовательно, нужен фронт работ для окончания каждой работы (рис. 5.5). Поэтому вводят временной параметр $\Delta K'_{jmin}$ как минимальные фронты работ, которые должны обеспечить предыдущие работы для окончания последующих работ (принимается 30—50% от продолжительности работы).

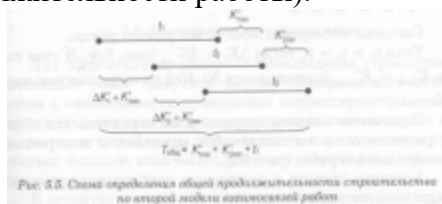


Рис. 5.5. Схема определения общей продолжительности строительства по второй модели выполнения работ

Третья модель объединяет первые две модели, при этом все работы разные по продолжительности: $t_1 < t_2 > t_3$ (рис. 5.6).

В такой модели одновременно начаться и закончиться работы не могут (рис. 5.7).

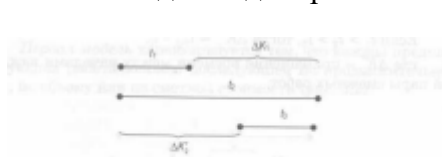


Рис. 5.6. Схема третьей модели выполнения работ по строительству объекта

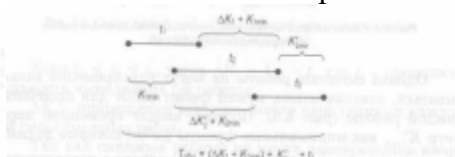
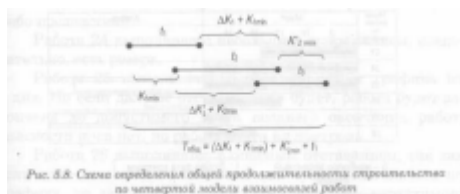


Рис. 5.7. Схема определения общей продолжительности строительства по третьей модели выполнения работ

Согласно **четвертой модели** все работы равны.

Если $t_1 = t_2 = t_3$, тогда $\Delta K_j = \Delta K'_{j+1}$ (рис. 5.8).
случае $K_{jmin} = K'_{jmin}$ (принимается 30-50% от продолжительности работы).

В этом



Первоначально календарный план строительства объекта рекомендуется составлять без привязки к конкретному времени начала работ (рис. 5.9).



Алгоритм расчета и построения графика выполняется в следующей последовательности:

1. рассчитывают приращения времени (ΔK_j и $\Delta K'_j$);
2. определяют минимальные фронты работ ($K_{j\min} = K'_{j\min}$);
3. определяют координаты начала выполнения работ.

Затем начало графика привязывают к тому или иному месяцу с соответствующей корректировкой способов производства работ и изменением продолжительности выполнения отдельных видов работ.

Для эффективного контроля производства строительно-монтажных работ требуется система своевременного оповещения о необходимости применения корректирующих действий и о том, что если не будут предприняты неотложные меры, возникнут проблемы, для решения которых может потребоваться большое количество ресурсов - временных, финансовых, трудовых и др.

В строительстве для планирования и управления строительным производством достаточно широкое распространение получили графические формы планирования и учета, дающие хорошие возможности для опережающего контроля выполнения работ на любую дату, а также позволяющие предвидеть будущие трудности и своевременно их предотвращать (рис. 5.10).

Идеальный случай - график **A** на рис. 5.10 - показывает картину фактического выполнения объемов работ на конец каждого месяца в натуральных показателях, которые нужно подсчитывать для предъявления счета заказчику и оплаты работы. Прямая вертикальная линия отображает идеальный случай, когда фактическое выполнение всех работ полностью соответствует плановому.

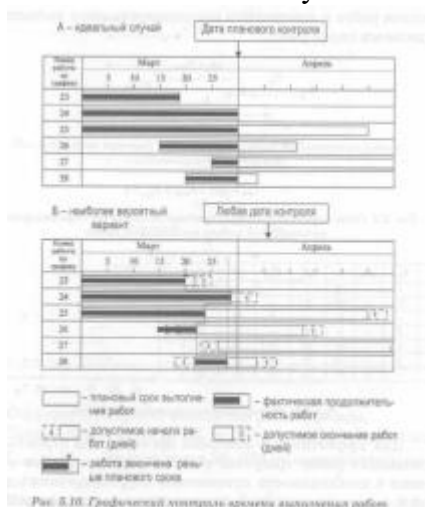


График **B** характеризует более вероятное состояние стройки, когда какие-то работы выполняются с опережением или отставанием. С учетом принятых обозначений этот график предоставляет следующую информацию.

Работа 23 закончена раньше планового срока без каких-либо последствий.

Работа 24 выполнена с небольшим опережением, следовательно, есть резерв.

Работа 25 выполняется с отставанием от графика на 2 дня. Но если дальше отставания не будет, работа будет закончена до допустимого срока позднего окончания работ; опасности пока нет, но работа взята на контроль.

Работа 26 выполняется с опасным отставанием, так как если даже все оставшееся время она будет выполняться по графику, то закончится позже срока позднего допустимого окончания работ (резерв - 2 дня, а отставание - 4 дня); 2 дня на графике обычно отмечают красным цветом как зону опасности.

Работа 27 начата с нарушением срока, но на ее выполнение еще есть время.

Работа 28 выполняется точно по графику.

Таким образом, руководство строительством зданий, просмотрев графики всех объектов, в кратчайшее время получает полную информацию о ходе строительства объектов по времени.

Календарное планирование на основе поточной организации работ

Для календарных планов с беспростойной работой бригад характерны потоки с непрерывным использованием ресурсов. **Неритмичные потоки с непрерывным использованием ресурсов** - это потоки с нулевым растяжением ресурсных связей между смежными работами. Они формируются и рассчитываются с минимально возможным растяжением фронтальных связей между работами, выполняемыми на каждом отдельном частном фронте. Это достигается за счет своевременного начала второго и последующих видов работ (частных потоков) по отношению к началу первого и других предшествующих видов работ (частных потоков).

Продолжительность потока определяется как сумма общего периода развертывания всех частных потоков и времени, необходимого для выполнения работ по последнему частному потоку. В свою очередь, общий период развертывания складывается из периодов развертывания каждого частного потока, начиная со второго.

Периодом развертывания каждого вида работ (частного потока) следует считать тот отрезок времени от начала предшествующего до начала данного вида работ, который обеспечивает бесперебойную работу бригады. Если бригада вступит в работу раньше, то появится фронт работ, на котором еще не закончилась работа предшествующего вида. Если бригада начнет работу позже, то искусственно будет увеличена продолжительность всего комплекса работ.

В качестве расчетного периода развертывания любого частного потока принимают максимальное из значений этих периодов, подсчитанных по всем частным фронтам, так как в противном случае будут возникать простои исполнителей в ожидании частных фронтов работ, что противоречит принципу непрерывности использования ресурсов.

К установленному таким образом общему периоду развертывания всех, начиная со второго, частных потоков добавляется время, необходимое для выполнения работ по последнему частному потоку.

При расчете неритмичного потока с непрерывным использованием ресурсов составляется исходная матрица продолжительностей работ в системе ОФР и осуществляется поиск такого момента начала в общем потоке каждого частного, который обеспечит при максимально возможном сближении частных потоков непрерывное использование ресурсов, т. е. нулевое растяжение ресурсных связей.

Ниже приводятся примеры нового метода имитационного моделирования календарных планов - формирование и расчет строительных потоков в виде табличных моделей в форме матриц (рис. 5.11—5.13). Расчет параметров потоков с применением компьютера рассматривается на примерах, приведенных в работе¹ и использующих методику В. А. Афанасьева².



Неритмичный поток с непрерывным освоением фронтов работ формируется и рассчитывается с обеспечением нулевого растяжения фронтальных и минимального растяжения ресурсных связей. Это достигается за счет своевременного начала фронтальных комплексов работ. В таком потоке каждый объект (частный фронт) строится в минимально возможные сроки, благодаря отсутствию простоев фронтов работ. Это очень важно при реконструкции и ремонте объектов, требующих, как правило, быстрого ввода в эксплуатацию каждого отдельного объекта, однако это сопряжено с простоем ресурсов.

Неритмичные потоки с непрерывным освоением частных фронтов работ, т. е. с нулевым растяжением фронтальных связей, рассчитываются аналогично, но при представлении исходной матрицы продолжительностей работ в системе ОВР.



Неритмичный поток с критическими работами, выявленными с учетом ресурсных и фронтальных связей является одной из разновидностей организации работ по методу критического пути или сетевого планирования. Такая организация работ всегда обеспечивает наименьшую продолжительность потока при заданной очередности освоения фронтов работ.

Данный поток формируется и рассчитывается при немедленном занятии высвобождающихся фронтов работ наличными ресурсами или наличных фронтов работ высвобождающимися ресурсами. Этот метод организации работ наиболее распространен в практике строительства. При данном методе поточной организации работ обеспечивается предельно возможное уплотнение всего комплекса работ до появления работ, смещение которых во времени невозможно.

При данном неритмичном потоке, т. е. при немедленном освоении частных фронтов работ высвобождающимися ресурсами, безразлично, в какой системе производить расчет. Результат в обоих случаях получается одинаковым. Поэтому расчет данной разновидности потока может производиться на матрице, построенной как в системе ОФР, так и в системе ОВР.



Результаты расчета потоков и представление календарных планов на графиках в системах «ордината-фронт работ», «ордината — виды работ» могут быть преобразованы в линейный график, с его привязкой к конкретной дате начала строительства, на основании которого в дальнейшем производится корректировка календарного плана.

Корректирование календарного плана

В современных условиях жесткой договорной дисциплины, необходимости строгого выдерживания сроков выполнения отдельных организационно-технологических циклов возведения здания разработка и выполнение календарного плана являются весьма важными элементами организации строительства объекта.

Задача разработчиков календарных планов на программу работ строительно-монтажной организации состоит во взаимной увязке выполнения работ бригадами на строительных объектах при условии непрерывной их загрузки и обеспечения сроков сдачи объектов заказчикам согласно контрактам.

Календарный план производства работ является графическим изображением упомянутой ранее сложной системы комплексов строительных процессов, учитывающим все параметры этих процессов и их взаимосвязь. Эта система многовариантна и управляема. Планирование и оптимизация этой системы (разработка и корректировка календарного плана) выполняются на основе сопоставления и оценки возможных вариантов. Следует подчеркнуть, что в каждом разрабатываемом и рассматриваемом варианте должны быть соблюдены все требуемые параметры технологических процессов и комплексов процессов, а также их строгая технологическая последовательность.

Первоначальный календарный план в связи с определенными дополнительными требованиями по сокращению сроков строительства, равномерному использованию или использованию в определенное время каких-либо конкретных строительных машин, оборудования, специализированных рабочих бригад корректируется: оптимизируется на подготовительной стадии или приводится в соответствие с реальной обстановкой в процессе строительства объекта.

Корректировка календарного плана на программу работ строительно-монтажной организации, т. е. внесение изменений в запланированную систему выполнения на строительной площадке технологических процессов, может быть произведена посредством:

- увеличения сменной производительности бригад на конкретных объектах в возможных пределах повышения интенсивности труда и увеличения продолжительности смены,
- изменения степени совмещения по времени смежных работ на объектах;
- изменения интенсивности выполнения отдельных процессов (с соответствующими изменениями в потреблении ресурсов);
- изменения технологии и способов производства работ, применяемых средств механизации и ряда других мероприятий технического, технологического и организационного характера.

При этом не должны быть нарушены технология выполнения процессов и их последовательность на любом участке возводимого здания (сооружения). Вариантов календарных планов может быть множество, поскольку еще возможны изменения продолжительности циклов за счет изменения интенсивности процессов, входящих в цикл, и выполнения этих процессов поточным методом с частичным совмещением во времени.

Критерий продолжительности строительства является важнейшим, так как продолжительность оказывает влияние на эффективность строительства.

Для календарного плана производства работ на объекте, представленного в форме сетевого графика, корректирование выполняется главным образом за счет сокращения продолжительности работ, лежащих на критическом пути, определяющем конечный срок строительства.

Формируя календарный план поточного строительства комплекса объектов, различных по своим объемам, площади и конфигурации, но однородных по конструкциям, необходимо определить возможности уплотнения потока работ и сокращения общего срока строительства. Определенный резерв уменьшения общей продолжительности строительства может быть использован за счет выбора рациональной очередности строительства объектов.

Продолжительность потока зависит от общей трудоемкости работ, численного состава бригад, а для неритмичного потока также от очередности включения в работу захваток, на которых функционирует поток. Расчеты показывают, что разница между продолжительностями выполнения работ в неритмичных потоках при наименее и наиболее рациональных очередностях включения в работу захваток достигает 15-20%. Поэтому при организации неритмичных потоков поиск оптимальных вариантов включения в работу захваток осуществляется с помощью специальных методов, основанных на целенаправленном переборе очередности освоения частных фронтов.

Одним из показателей, характеризующих качество составленного календарного плана производства работ на объекте, является равномерность потребности в рабочих кадрах. Для этого составляется график потребности в рабочих на весь период строительства.

Общая численность рабочих в процессе строительства меняется в зависимости от характера, трудоемкости, уровня механизации и степени совмещения во времени различных видов работ. В начальный период обычно работают сравнительно небольшое число рабочих, которое с развертыванием новых работ увеличивается до определенного предела.

По мере завершения основных работ и подготовки объекта к сдаче в эксплуатацию рабочих постепенно переводят на другие объекты. Иногда обнаруживается резкое кратковременное увеличение количества рабочих за счет неудачного совмещения сроков окончания одних работ и начала других. В результате на графике образуются нежелательные «пики», требующие неоправданного увеличения мощности строительного и обслуживающего хозяйства. Поэтому график работ в местах чрезмерного увеличения численности исправляется путем устранения нецелесообразного совмещения сроков выполнения некоторых работ.

Каждое очередное принятое решение о перераспределении трудовых ресурсов требует проверки на достижение оптимального варианта. Окончательное решение, отвечающее требованиям соблюдения заданного срока, принципа равнопоточности при выполнении работ на разных участках, наиболее целесообразного распределения трудовых ресурсов, принимается на основе многократного просчета сети. Этот процесс весьма трудоемкий, он сопровождается большим количеством вычислений, поэтому его рекомендуется выполнять на компьютере.

Просчитывание на компьютере нескольких вариантов решений и сравнение их между собой позволяет отыскать наилучший в данных условиях. Поэтому на данном этапе

выполнения расчетно-аналитической работы целесообразно использовать табличный процессор MS Excel. График трудовых ресурсов можно отобразить с помощью мастера диаграмм, встроенного в MS Excel (рис. 5.15).

При наличии на нем пиков и впадин определяют максимальное число рабочих, занятых в один день ($R_{\max}$). Затем рассчитывается среднее число рабочих за весь период строительства ($R_{\text{ср}}$) как отношение суммарной трудоемкости всех работ к продолжительности ведения всех работ. На основе данных показателей определяется коэффициент неравномерности изменения численности рабочих, который должен быть не более 1,5.

$$K_{\text{неравн}} = \frac{R_{\max}}{R_{\text{ср}}} \quad (5.1)$$

Абсолютная равномерность в использовании ресурсов невозможна, особенно в начальный период - развертывания работ, а также в конечный период строительства - свертывания работ. При корректировке календарного плана надо иметь в виду, что потребность в рабочей силе и строительных машинах будет зависеть от последовательности выполнения работ на объектах. При последовательном строительстве отдельных объектов потребуется минимальное количество рабочих машин, но увеличатся сроки строительства. При одновременном ведении работ сократятся общие сроки строительства, но потребуется резко увеличить численность рабочих, машин и мощность предприятий производственной базы. Наиболее полная и равномерная загрузка рабочих разных специальностей будет при поточном способе производства работ с последовательным перемещением специализированных исполнителей с объекта на объект.

Важно отметить, что, применяя в ходе выполнения работ по составлению календарных графиков и их оптимизации вполне доступные в освоении средства современных информационных технологий, можно строить собственные, весьма эффективные системы обработки данных.

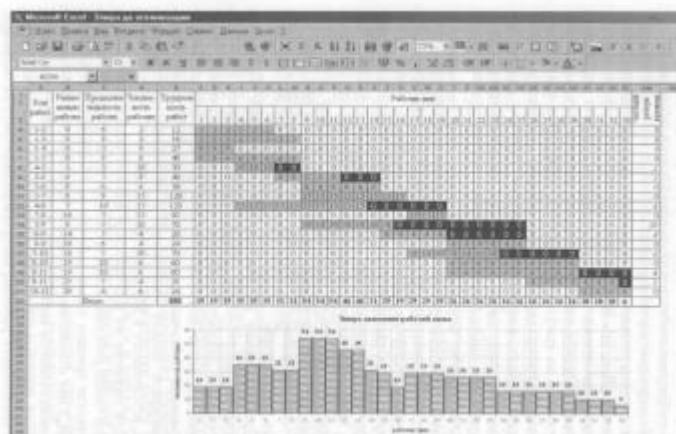


Рис. 5.15. Построение графика ресурсов с помощью расчетной таблицы распределения трудовых ресурсов

Сетевое моделирование строительного производства

Общие сведения о сетевом моделировании

Объем работ на строительных площадках непрерывно возрастает, сокращаются сроки строительства, усложняются технологические процессы. К строительству объектов привлекается большое количество субподрядных организаций, работа которых требует четкой координации. В строительный процесс вовлекается большое количество машин и механизмов, что требует слаженной работы производственных подразделений. В этих условиях особое значение имеет сетевое моделирование.

Основное назначение системы сетевого моделирования заключается в повышении качества календарного планирования (сокращение сроков сооружения объектов,

рациональное использование ресурсов строительной организации, снижение стоимости работ и т. п.) и эффективности контроля и регулирования в процессе реализации планов. Это достигается в результате применения моделей, позволяющих частично формализовать и существенно улучшить планирование строительства, учет и контроль хода работ, а также выработку необходимых мероприятий по регулированию в случае возникновения недопустимых отклонений от разработанных планов.

В качестве модели, отражающей технологические и организационные взаимосвязи процесса производства строительно-монтажных работ в системах сетевого планирования и управления, используется сетевая модель. Сетевые модели позволяют с достаточной полнотой отобразить порядок возведения сложного объекта, осуществить научно обоснованное календарное планирование строительства, определять и разрешать многие проблемные ситуации, возникающие в процессе производства.

В зависимости от характера комплекса работ, целей и ряда других показателей существуют разные виды сетевых моделей (рис. 6.2). Применяемые в строительстве сетевые модели классифицируются по следующим основным признакам.

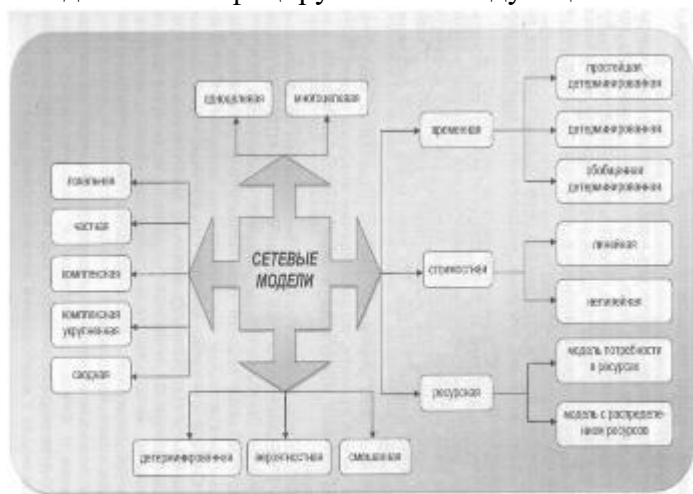


Рис. 6.2. Классификация сетевых моделей, применяемых в организации строительства

По характеру временных оценок различают сетевые модели с детерминированными, вероятностными и со смешанными продолжительностями работ.

Детерминированными (определенными) называются сети, в которых временные оценки выполняемых работ имеют вполне определенное значение, основанное на твердой нормативной базе. В детерминированных сетях, составляемых для комплекса работ, имеющих нормативную базу, неопределенность в оценке времени устранена. Исходные параметры для их расчета (наличие ресурсов, проектной документации, разработка новых технологий для создаваемых производств и т. д.) достаточно определены. При этом время выполнения работы определяется ее трудоемкостью и количеством исполнителей.

Вероятностные (стохастические) - это такие сети, для которых продолжительность работ точно определить невозможно из-за отсутствия твердой нормативной базы. Это имеет место, когда работы выполняются впервые или в порядке эксперимента с использованием новых строительных материалов, конструкций, механизмов, инструмента и приспособлений. В стохастических сетях вероятностная оценка времени принимается на основе экспертных оценок специалистов, обладающих достаточным опытом выполнения соответствующих работ. При этом на каждой данной операции в качестве исходных принимаются следующие три оценки: оптимистическая (минимально возможная продолжительность), наиболее вероятная, т. е. такая, которая была бы дана, если бы требовалась только одна оценка, и пессимистическая, т. е. максимально возможная продолжительность выполнения работы.

Смешанными являются такие сети, в которых детерминированные оценки продолжительности работ сочетаются с вероятностными.

В зависимости от количества независимых целей описывающие их модели могут быть *одноцелевыми*, например, модель на строительство одного объекта, и *многоцелевыми*, когда сетевая модель разработана на строительство комплекса объектов с выделением пусковых комплексов, очередей и сроков ввода отдельных объектов.

По степени охвата программы сети подразделяются на локальные (первичные), частные, комплексные, комплексные укрупненные и сводные.

Локальные сетевые модели разрабатывают на отдельные виды работ, выполняемые различными исполнителями, конечная цель которых - создание конструктивного элемента зданий и сооружений или выполнение этапов работ. Такие сети являются одноцелевыми. Из локальных сетей составляют частные сети.

Частные сети отражают работы отдельных самостоятельных частей проекта, по завершении которых может быть получена готовая продукция в виде отдельных зданий или сооружений.

Комплексные сетевые модели составляются на отдельные объекты и их комплексы, они входят в состав ППР. Их разработка осуществляется на основе решений, принятых в ПОС.

Такие сетевые модели охватывают все процессы, выполняемые различными организациями, которые участвуют в строительстве и его обеспечении (проектные, строительные генподрядные и специализированные, снабженческие и другие организации). Если на них установлен один срок ввода в эксплуатацию, то модель является одноцелевой, а на строительство комплекса объектов с разными сроками ввода в эксплуатацию - многоцелевой.

Комплексные сетевые модели разрабатывают по следующим этапам.

1. Сбор исходных данных в виде выборки из проекта. Запись производят с наибольшей детализацией работ. Трудоемкость определяют по производственным нормам, а стоимость - по сметам, разработанным на основании рабочей документации.
2. Разработка исходной сетевой модели. В исходной модели показывают проектные, подготовительные, основные, пуско-наладочные работы и поставку оборудования по каждому из объектов с разбивкой по основным этапам.
3. Сбор исходных данных в виде выборки из проекта. Запись производят с наибольшей детализацией работ. Трудоемкость определяют по производственным нормам, а стоимость - по сметам, разработанным на основании рабочей документации.
4. Разработка исходной сетевой модели. В исходной модели показывают проектные, подготовительные, основные, пусконаладочные работы и поставку оборудования по каждому из объектов с разбивкой по основным этапам.
5. Разработка локальных моделей на основе исходных сетей с большей детализацией. В дальнейшем их применяют для составления комплексных укрупненных сетевых моделей.
6. Сшивка локальных сетей в общую сеть и осуществление ее расчета и анализа.
7. Корректировка модели является заключительным этапом, после чего сеть принимает окончательный вид; в нижней ее части показывают освоение капитальных вложений, объемов строительно-монтажных работ, движение рабочей силы и др.

Для уникальных и сложных объектов строительства, в которых применены сложное технологическое оборудование или принципиально новая технология производства с преобладанием новых материалов и конструкций, продолжительность строительства определяется на основе *комплексной укрупненной* сетевой модели, отражающей взаимосвязь между участниками строительства. Такая сетевая модель охватывает проектирование и возведение зданий и сооружений, включая работы основного и подготовительного периодов.

Она устанавливает этапы проектирования и сроки выдачи рабочих чертежей, которые увязываются с началом строительно-монтажных работ, этапы материально-технического обеспечения, согласованные с графиком строительных работ, сроки монтажных и пусконаладочных работ, выполняемых специализированными организациями и т. п. Комплексные укрупненные сетевые модели состоят из отдельных крупных объектов и их комплексов, они входят в состав ПОС. Они могут быть как одноцелевыми, так и многоцелевыми.

Последовательность разработки комплексных укрупненных сетевых моделей та же, что и для комплексных сетей. Таблицу исходных данных заполняют укрупненно, масштаб обобщения зависит от объема и сложности проектируемого объекта, трудоемкость определяют по выработке или укрупненным нормативам, а стоимость - по сметам.

Сводные сетевые модели разрабатываются на программу работ строительной организации обычно на год или на сооружение нескольких однородных крупных комплексов. Они могут быть представлены и в виде директивных сетевых моделей, объединяющих в единую сеть программу по вводу объектов. Такие модели многоцелевые.

По составу параметров контроля различают сетевые модели *временные, стоимостные и ресурсные*.

Сетевые модели с учетом времени (объект контроля - время) подразделяются на *детерминированные, простейшие детерминированные и обобщенные детерминированные*.

С учетом стоимости (объект контроля - стоимость работ) сетевые модели подразделяют *к.г. линейные и нелинейные*, а с учетом ресурсов на модели *потребностей в ресурсах и модели с распределением ресурсов*.

Использование в строительстве системы сетевых моделей, которые позволяют анализировать строительный процесс, выявлять резервы времени и ресурсов, применять электронно-вычислительную технику, способствует решению задач перспективного, оперативного планирования и управления строительным производством. Применение сетевых моделей обеспечивает продуманную детальную организацию работ на строительной площадке, создает условия для эффективного руководства процессом производства строительно-монтажных работ.