

УДК 69.003:658.012.22

А.И. Менейлюк, д.т.н, проф.;
И.С. Чернов, ОГАСиА, г. Одесса

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ MICROSOFT PROJECT

АННОТАЦИЯ

В статье показан алгоритм моделирования процессов возведения жилого здания с использованием программного продукта Microsoft Project.

Ключевые слова: моделирование строительства, изменения финансовой ситуации, Microsoft Project, экспериментально-статистическое моделирование, стоимость строительства, продолжительность строительства, интенсивность финансирования.

Проект строительства любого здания включает в себя раздел ПОС, в состав которого входит график производства работ [1]. Однако, как правило, этот график носит формальный характер по следующим причинам. Известные методы моделирования производственных процессов (циклограммы, линейные и сетевые модели) обладают рядом существенных недостатков и не позволяют оперативно реагировать на происходящие изменения [2-3]. Пересчет сетевых моделей требует больших временных затрат. Линейные модели и циклограммы можно рассчитывать, используя стандартные программы, например, Microsoft Excel, но они не позволяют производить взаимную увязку работ, определять критический путь, запасы по времени и пр.

Поэтому для моделирования строительных процессов была выбрана программа Microsoft Project. Эта программа разработана компанией Microsoft для составления, в основном, стратегических планов управления проектами [2]. Данный продукт позволяет осуществлять планирование событий, распределение и управление ресурсами, а также контролировать бюджет проекта и эффективно управлять происходящими изменениями. Планирование в программе осуществляется с использованием метода критического пути. Под методом критического пути в программе принято понимать совокупность методик и формул сетевого планирования и управления, обеспечивающих автоматическое вычисление для всех работ графика, момента раннего и позднего начала, раннего и позднего окончания, а также запасов по времени. В качестве основного средства отображения результа-

тов моделирования в программе представлены линейные диаграммы. За рубежом их часто называют диаграммами Ганта в честь их изобретателя [4]. Диаграммы Ганта формируются так, что все работы в проекте отражают последовательность их выполнения с учетом иерархической структуры работ проекта.

Основными элементами проекта являются работы, связи между работами, материальные и трудовые ресурсы работ. Для формирования проектных данных о работах и ресурсах в программе Microsoft Project широко применяются иерархические структуры организации информации. Наиболее важной из них является иерархическая структура работ. Она предназначена для того, чтобы обеспечить целевое формирование пакетов работ, необходимых для реализации проекта. Важнейшими видами ресурсов управления в программе являются время, финансовые средства, трудовые и материальные ресурсы. В качестве основных групп данных, описывающих каждый проект, можно выделить следующее: описание работ проекта, описание взаимосвязи работ, распределение назначения ресурсов по работам проекта, календарное расписание работ проекта и календарное расписание необходимых материальных и трудовых ресурсов проекта.

Моделирование производственных процессов в работе в нашей работе выполнялось на примере строительства 16-этажного односекционного жилого здания, расположенного в г. Одессе по ул. Косвенной. Здание из монолитного железобетона спроектировано по каркасной схеме с диафрагмами и безригельным перекрытием. Жесткость и устойчивость здания обеспечиваются совместной работой элементов каркаса — диафрагм, лестнично-лифтового узла и перекрытий. Каркас здания рассчитан как пространственная система на основное сочетание нагрузок с учетом сейсмических воздействий. Фундаменты — буронабивные сваи диаметром 500 мм, длиной 15 м. Ростверк — монолитные железобетонные плиты повышенной жесткости. Стены подполья здания — монолитные керамзитобетонные. Наружные стены здания выполняются из газосиликатных блоков толщиной 300 мм с облицовкой лицевым камнем по прослойке из утеплителя. Перекрытия, покрытия здания и лифтовые шахты — монолитные железобетонные. Кровля — рулонная с внутренними водосточками, частично декоративная черепица. Общая площадь квартир здания составляет 4717,82 м², площадь техэтажа — 642 м², площадь техподполья — 650 м².

Для моделирования строительства данного здания в программе Microsoft Project был использован алгоритм действий, приведенный ниже. Он основан

на разработанной авторами методике (см. статью "Выбор эффективных организационно-технологических решений возведения жилых зданий" в предыдущем выпуске этого же сборника).

1. Составление перечня производственных процессов, необходимых для возведения 16-этажного здания. За основу берется перечень производственных процессов, приведенный в сметном расчете в системе АВК-3.

2. Поэтажная детализация работ.

3. Ввод перечня производственных процессов в программу Microsoft Project.

4. Определение затрат труда рабочих с учетом выполненной детализации работ по этажам, ввод этих данных в программу.

5. Определение перечня необходимых стройматериалов, оборудования, машин и механизмов, затраты на их использование по каждому процессу, после чего ввод этих данных в программу.

6. Определение количественного состава рабочих бригад. При этом среднее количество рабочих принимается в качестве фактора $X_1 = 0$, максимальное количество рабочих — в качестве фактора $X_1 = 1$ и минимальное количество — в качестве фактора $X_1 = -1$.

7. Определение заработной платы рабочих и механизмов в единицу времени, затем ввод этих данных в программу Microsoft Project.

8. Принятие необходимого количества смен в сутки. Причем 2-сменную работу в сутки принимаем как значение фактора $X_2 = 0,3$ смены — как фактор $X_2 = 1$ и ведение работ в одну рабочую смену как $X_2 = -1$.

9. Назначение продолжительности рабочей недели. Продолжительность может быть назначена от 2-3 дней в неделю (с целью сохранения контингента рабочих и служащих в период обострения кризиса исходя из условий минимального финансирования) до 7 дней в неделю (при выходе из кризиса, достаточном количестве рабочих, ИТР и объемах финансирования). Здесь необходимо отметить, что такая продолжительность целесообразна и возможна лишь при условии 2-3-сменной работы и наличия достаточного количества рабочих, материальных и финансовых средств.

10. Средняя продолжительность рабочей недели (5 дней) в работе определена как значение $X_3 = 0$, уменьшенная продолжительность (4 дня) — как значение фактора $X_3 = -1$ и увеличенная (6 дней) — как значение фактора $X_3 = 1$. Ввод данных в программу.

11. Взаимная увязка работ во времени.

12. Принятие показателей эффективности производственных процессов. В наших исследованиях — это

продолжительность строительства, среднемесячная интенсивность финансирования строительства и стоимость строительства (выполнение строительно-монтажных работ, стоимости материалов, механизмов, нормативные начисления, в т.ч. накладные расходы).

13. Поочередное построение моделей строительства жилого здания в соответствии с принятым планом проведения численного эксперимента. Для этого необходимо ввести соответствующие значения X_1, X_2, X_3 для каждой "точки" плана. В наших исследованиях принят так называемый 15-точечный план. Каждая "точка" плана соответствует определенному значению факторов. Для каждой "точки" строится своя модель производственных процессов строительства. Для всех 15 моделей определяются исследуемые показатели. Причем компьютер делает это автоматически. После ввода данных по каждой точке плана он строит соответствующую модель и определяет критический путь и все исследуемые показатели.

Каждая из 15 построенных моделей состояла из 1477 производственных процессов. В качестве исходной базовой модели строительства было принято такое сочетание организационно-технологических факторов, которое входило в первоначальный состав проекта организации строительства здания. В этом проектном решении предусматривалось ведение строительства силами двух бригад рабочих в одну смену при запланированной шестидневной рабочей неделе. Согласно ПОС первоначальный срок строительства здания составлял 646 рабочих дней (или 1,77 года).

Строительство здания было начато летом 2008 г. На момент начала производства строительных работ финансовый кризис еще не наступил. Компания-застройщик осуществляла финансирование строительства без ограничений. Штат ИТР и рабочих кадров компании был полностью укомплектован. Необходимые материалы, конструкции, машины и механизмы поставлялись на строительство своевременно и в полном объеме. Поскольку какие бы то ни было ограничения в материальных и трудовых ресурсах отсутствовали, строительство здания успешно велось в соответствии с принятой моделью. Но с наступлением кризиса финансовое положение компании-застройщика резко ухудшилось. Кредитная линия была остановлена, финансирование строительства в прежних объемах стало невозможным. Руководство фирмы приняло решение продолжать строительство, максимально снизив темпы производства работ. Стало очевидно, что продолжение строительства в соответствии с принятой ранее моделью

возведения здания неосуществимо. Поэтому основной задачей стал переход к такой модели строительства объекта, которая бы позволила продолжать производство работ самыми минимальными темпами без консервации здания, а в это время искать новые источники финансирования строительства. Для этого была выбрана модель с минимальной интенсивностью финансирования. Эта величина составила 229,469 тыс. грн./мес. Такое значение показателя было достигнуто при следующем сочетании факторов: 1 бригаде рабочих, 1 рабочей смене в сутки и 4-дневной рабочей неделе. Строительство здания было продолжено в соответствии с этой моделью. Продолжение производства строительных работ в разгар кризиса и проведение широкой рекламной кампании с лозунгом "У всех кризис — а мы строим!" позволило строительной организации сохранить доверие инвесторов, основной контингент сотрудников и репутацию предприятия.

В течение последующих нескольких месяцев были найдены новые инвесторы данного проекта. Менеджмент компании также принял ряд других мер, которые позволили стабилизировать финансовое положение фирмы и увеличить приток денежных средств. У предприятия появилась возможность увеличить интенсивность финансирования строительства. С улучшением финансового состояния предприятия предыдущая модель, выбранная в наиболее тяжелый период финансового кризиса, утратила свою актуальность. Это привело к необходимости выбора новой модели строительства, которая бы предусматривала более высокие темпы производства работ. Поэтому после проведенного анализа финансовых возможностей компании была выбрана модель строительства с интенсивностью финансирования 493,940 грн./мес. Эта модель предусматривала производство работ силами одной бригады рабочих при 5-дневной рабочей неделе в 2 смены. Запланированная продолжительность строительства по сравнению с предыдущей моделью была значительно сокращена.

С последующим ростом финансовых возможностей предприятия потребовался пересмотр целесообразности использования и этой модели. Было принято решение увеличить интенсивность финансирования с тем, чтобы выбрать новую модель строительства с еще более короткой продолжительностью производства строительно-монтажных работ. В итоге была выбрана модель, предусматривающая интенсивность финансирования 940,736 тыс. грн./мес. Данная модель предполагала производство

работ силами двух бригад рабочих при 5-дневной рабочей неделе в 2 смены. Эта модель возведения здания применялась до окончания строительства объекта.

Использование 4-х моделей, выбранных для 4-х зафиксированных величин интенсивности финансирования, позволило завершить строительство объекта за 825 рабочих дней. Стоимость строительства составила 17,7 млн грн.

Из данного примера видно, как гибкое применение разработанных моделей в ответ на возникающие изменения финансовой ситуации позволило компании остаться на рынке в период финансового кризиса, изыскать новые средства для продолжения производства работ и выбирать наиболее эффективные варианты строительства здания. Такой выбор осуществлялся при каждом существенном изменении финансовой ситуации на протяжении всего строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грабовый П.Г. *Организация, планирование и управление строительством.* / П.Г. Грабовый, Б.Б. Хрусталева. — М. : Проспект, 2012. — 528 с.
2. Данилкин М.С. *Технология и организация строительного производства* / Данилкин М.С., Мартыненко И.А., Капранова И.А. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2009. — 512 с.
3. Дикман Л.Г. *Организация строительного производства* / Л.Г. Дикман. — Москва: АСВ, 2003. — 512 с.
4. Дункан В. *Основы управления проектами* / В. Дункан, М. Грашина — Санкт-Петербург: "Питер", 2006. — 208 с.

АНОТАЦІЯ

У статті показано алгоритм моделювання процесів зведення житлового будинку з використанням програмного продукту Microsoft Project.

Ключові слова: моделювання будівництва, зміни фінансової ситуації, Microsoft Project, експериментальне-статистичне моделювання, вартість будівництва, тривалість будівництва, інтенсивність фінансування.

ANNOTATION

The article shows the algorithm modeling of processes the construction of a residential building using the software Microsoft Project.

Keywords: modeling of construction, the changing financial situation, Microsoft Project, experimental and statistical modeling, construction costs, construction time, the intensity of financing.