

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ НА СТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Сергеева Е.Ю., группа АСУ-016

Руководитель доц. каф. АСУ Орлов Ю.К.

Для того чтобы построить здание в короткие сроки и с наилучшими технико-экономическими показателями, необходимо заранее проанализировать и исследовать возможные варианты решения и найти наиболее целесообразные из них. Для этого процесс строительства объекта можно представить в виде календарного плана, представляющего собой технологическую, организационную модель строительства объекта, поскольку в нем взаимоувязываются все строительные и монтажные работы, выполняемые в определенной последовательности и в точно назначенные сроки.

Существует множество методов для составления календарного плана: метод линейного плана-графика, модель календарного плана в виде циклограммы, сетевое планирование, составление календарного плана при помощи экспертной системы.

Проанализировав каждый из этих методов, изучив их достоинства и недостатки, я сделала вывод, что наиболее оптимальным вариантом для системы будет совместное использование метода линейного плана-графика и метода составления календарного плана при помощи экспертной системы.

Экспертная система будет работать по следующему алгоритму:

Задаются вопросы:

1. Сколько секций в здании?

Этот параметр нужен для того, чтобы последовательно и симметрично проводить работы во всех секциях здания.

2. Сколько этажей, N , какова площадь здания, S ?

На основании этих параметров рассчитывается строительный объем здания.

$$V = S * N * 3.2. \quad (1)$$

3. Проводятся ли работы в зимнее время?

4. Какие из возможных видов работ Вы планируете производить?

Пользователю предоставляется список работ из нормативного сборника, из которых он должен выбрать необходимые для данного объекта. Все характеристики работ, взятые из сборника, будут находиться в таблицах базы данных.

1. Для каждой работы предлагается выбрать норматив, соответствующий параметрам здания. На основании полученных данных составляется таблица «Объемов строительно-монтажных работ и трудоемкость».

Часть значений выбираются из БД. часть рассчитывается по формулам:

— Общая потребность чел.-дней=количество*норма времени за ед., чел-час/8.

— Общая потребность чел.-дней=количество*норма времени за ед., маш-час/7.

Подсчитывается общая потребность чел.-дней и маш.-дней для всего объекта.

Трудоемкость для подготовительного периода берется 1% от общей потребности. Составление таблицы и все вышеперечисленные расчеты производятся с помощью SQL-запроса к БД.

2. Для каждой работы с помощью SQL-запроса к БД выбираются необходимые материалы. Составляется таблица «Потребность в строительных материалах и механизмах».

3. В базе данных каждой работе соответствует вид работы и №п/п. Выбранные пользователем работы упорядочиваются по видам работ по возрастанию №п/п. Это происходит с помощью SQL-запроса к БД.

4. Пользователю предлагается список отделочных, из которых он может выбрать необходимые. Каждой работе соответствует %, который она

составляет от общего числа работ. По этому % с помощью SQL-запроса к БД считаются затраты труда, чел.-дн.

5. Для каждого вида работ производятся расчеты:

- суммируются затраты труда, чел.-дн.
- суммируется число рабочих по норме.

Задается вопрос:

– устраивает Вас это количество рабочих или нет? Пользователь может ввести свое число рабочих.

- Вычисляется количество смен. Если система видит, что для данного вида работ используются большегрузные машины, то как минимум 2.
- Считается продолжительность каждого вида работ по формуле:

$$T = \frac{T_p}{N * K}, \quad (2)$$

где T_p — суммарные затраты труда, чел.-дн.;

N — количество рабочих;

K — коэффициент, учитывающий перевыполнение норм (1,05–1,1).

Если работы будут проводиться в зимнее время, то для работ, требующих очистки снега, например, земляных, продолжительность пересчитывается по формуле:

$$T = \frac{T}{K_c * K_z}, \quad (3)$$

где K_c — коэффициент потерь рабочего времени на снегоочистку;

K_z — коэффициент повышения уровня заболеваемости рабочих в неблагоприятных климатических условиях (по данным местных органов здравоохранения).

- Подсчитываются общие затраты труда и суммарная продолжительность работ, если бы они проводились последовательно. Составляется таблица «Карточка-определитель работ».

6. Определение состава работников по профессиям для каждого вида работ.

При составлении «Объемов строительно-монтажных работ и трудоемкость» система выбрала данные по норме (количество и вид рабочих). С помощью SQL-запроса к БД суммируется общее число по каждому виду работ. Система предоставит пользователю дополнительно выбрать рабочих нужных профессий.

7. Непосредственно составление календарного плана.

Главной задачей на этом этапе является взаимоувязка работ. Установив методы и технологическую последовательность производства работ и наметив продолжительность их выполнения, приступают к взаимной увязке всех строительно-монтажных и специальных работ по срокам их начал и окончаний с учетом возможности их совмещенного выполнения.

Для экспертной системы выбран подход к построению экспертной системы управляемый правилами.

Задача базы знаний — определить последовательность выполнения работ и возможность их совмещения. Например, нельзя возводить стены до тех пор, пока не уплотнен грунт после установки фундамента, нельзя ставить окна и двери, пока не возведены стены и т.д. База знаний будет иметь вид, представленный в табл. 1.

Таблица 1 — База знаний

Уплотнение грунта	панели
Стены	окна
Стены	двери

Алгоритм ЭС следующий:

Система выбирает из БД работу с минимальным № п/п и все данные, характеризующие ее. Заносит работу в табл. 2.

Таблица 2 — Количество рабочих по дням

День	Название работы	Количество рабочих
------	-----------------	--------------------

Выбирает вторую работу и смотрит в БЗ, может ли данная работа выполняться одновременно с первой. Находит название второй работы во втором столбце БЗ, смотрит значение в первой колонке, соответствующее данному. Затем смотрит, есть ли значение из первой колонки в таблице, т.е. работа выполняется или уже выполнена. Сравнивается значение параметра «день» со значением в таблице. Если работа выполняется или работы с искомым названием в таблице нет, то переходят к работе со следующим №п/п в базе данных. Если система нашла искомую работу, и она выполнялась, то она проверяет, не используются ли необходимые для данной работы механизмы в работах, которые выполняются в данный момент. Если используются, то ждет окончания работы. Затем смотрит на загруженность рабочих. Если все рабочие заняты, то ждет, пока нужное количество рабочих не освободится. Аналогичные процедуры повторяем для всех работ в базе данных. В ходе опроса заполняется табл. 2. По данным таблицы мы сможем посчитать, за сколько дней спланировали сделать данный проект.

8. Расчет технико-экономических показателей по календарному плану:

- Продолжительность строительства. Рассчитывается по уже готовому плану. Система подсчитывает, сколько дней будет выполняться строительство с учетом того, что работы выполнялись параллельно.
- Общая трудоемкость, чел.-дн.
- Трудоемкость возведения на 1 м^3 здания, чел.-дн/ м^3

$$T = \frac{Q_{об}}{Q}, \quad (4)$$

где Q — строительный объем здания, м^3 ; (вводился экспертом);

$Q_{об}$ — общая трудоемкость работ по объекту, чел.-дн.

- Коэффициент неравномерности движения рабочих, K_n

Коэффициент неравномерности движения рабочих определяется отношением максимального количества рабочих по календарному графику к среднему в день и не должен превышать 1,5–2

$$K_n = \frac{N_{\max}}{N_{cp}}. \quad (5)$$

Если коэффициент выходит за пределы заданного интервала, календарный план подлежит оптимизации.

- Коэффициент совмещения процессов, K_c

$$K_c = \frac{\sum T_c}{T_{np}}, \quad (6)$$

где T_c — суммарная продолжительность выполнения всех строительных процессов, если бы они выполнялись последовательно;

T_{np} — продолжительность строительства объекта по графику.

9. Корректировка календарного плана.

По табл. 2 смотрим: на какой день приходится максимум рабочих, какие работы проводились в этот день, какие работы начались в этот день, перенесем выполнение этих работ на следующий день.

Затем снова находим значение K_n и проверяем его на принадлежность к заданному интервалу. Данная процедура будет продолжаться до тех пор, пока K_n не будет соответствовать норме.

Когда календарный план откорректирован, строятся линейный план-график строительства, график движения рабочих по объекту, график движения по объекту основных материалов и механизмов, график поставки основных изделий и материалов.

Перечень ссылок

1. ДБН А.3.1-5.96. Организация строительного производства / Государственный комитет Украины по делам градостроительства и архитектуры. — К.: 1996. — 53 с.
2. Организация и планирование строительного производства: Учебник для инж.-экон. вузов/ Под ред. И.Г. Галкина. — М.: Высшая школа, 1985. — 463 с.
3. Искусственный интеллект. Применение в интегрированных производственных системах/ Под ред. Э.Кьюсиака. Москва «Машиностроение», 1991г. — С. 372–417.