

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПЕРАТИВНОГО МЕЖЦЕХОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

Самарский государственный аэрокосмический университет

Основой экономико-математической моделью автоматизированной системы оперативного планирования производства являются сетевые графики, которые, обеспечивая взаимосвязь всех работ, создают реальные условия для планирования производства, своевременного учета, контроля и регулирования хода изготовления изделия с помощью перераспределения ресурсов и равномерной загрузки производственных мощностей. Но процесс построения сетевых графиков весьма трудоемок и продолжителен из-за большого количества взаимосвязанных работ. Сложность изделий отражает тот факт, что в один двигатель средней тяги входит 6-10 тысяч наименований детали-сборочных единиц (ДСЕ). Для изготовления этих ДСЕ необходимо заказать материал, спроектировать, изготовить оснастку и выполнить ряд других работ, увеличивающих объем взаимосвязанных работ в несколько раз по отношению к количеству деталей. Вручную построить и рассчитать такой график чрезвычайно трудно, поэтому применяют вычислительную технику (ВТ). При использовании ВТ требуются логико-информационные модели, которые очень трудно формализовать. На практике из этого положения выходят путем дробления общего количества работ на связные подсистемы, в которых количество работ значительно уменьшается, но в этом случае могут возникнуть непреодолимые трудности по стыковке подсистем. Применение сетевых графиков в их традиционной форме, когда количество работ, выполняемых на предприятии, огромно, весьма затруднительно.

В связи с необходимостью научного обоснования срока изготовления изделия, снижения трудоемкости и времени расчета все работы по изготовлению изделия разбивают по ступеням вхождения и сборочным единицам (СЕ), в каждый из которых может входить несколько ДСЕ.

Технологический маршрут

$$Z = \bigcup_{s=S}^0 \left\{ \left\{ Z_{N_j}^s, l \right\}_{l=1}^L \right\}_{N_j}^m$$

выполнения работ, обладающий топологическими свойствами (т.е. строгой пространственной и временной упорядоченностью определенных отношений между работами) был представлен детерминированным ориентированным деревом $G(N, Q)$ (см. рис. 1), где

N - сборочная единица (СЕ), состоящая из множества входящих в нее (ДСЕ) N_j ,

N_j - номер ДСЕ, входящей в СЕ N ,

Q - связи (отношения) между ДСЕ,

m - количество ДСЕ, входящих в СЕ N ,

s - номер ступени (уровня) вхождения,

S - последняя ступень вхождения,

l - порядковый номер цеха-изготовителя в технологическом маршруте выполнения работ по ДСЕ N_j

L- количество цехов, участвующих в изготовлении ДСЕ на ступени S (т.е.

количество цехов в Z^s_{Nj}),

$P = Z^s_{Nj,l}$ - номер цеха-изготовителя ДСЕ N_j на ступени S,

Z^s_{Nj} - технологический маршрут изготовления ДСЕ N_j на ступени S,

Z^s - технологический маршрут выполнения работ по всем ДСЕ, входящим в CE, на S ступени,

Z- технологический маршрут выполнения работ по CE N.

3 ступень
ступень

2 ступень

1 ступень

0

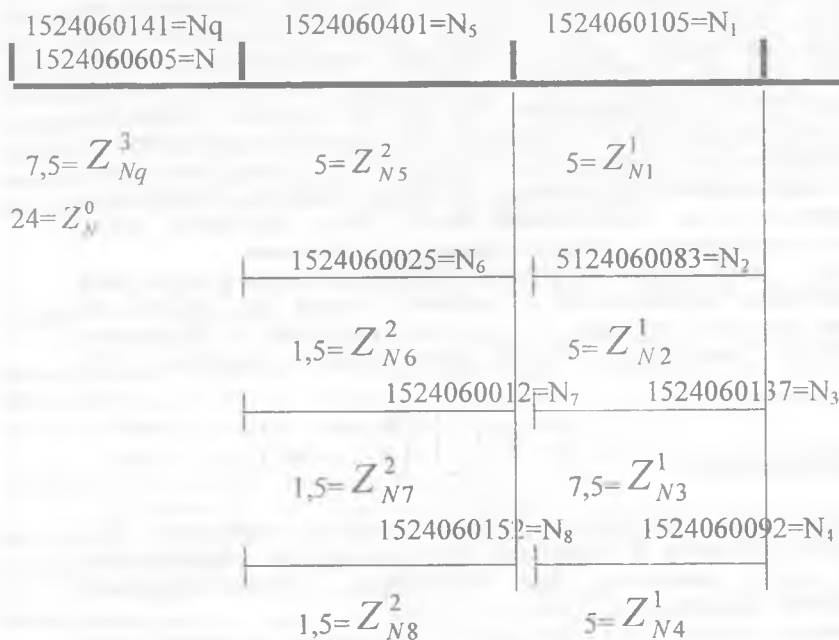


Рис. 1. Детерминированное ориентированное дерево на CE № 1524060605.

В случае необходимости подобное дерево можно составить на каждую CE.

Такое дерево учитывает межцеховые маршруты изготовления ДСЕ по каждой ступени вхождения и связи маршрутов обработки входящих ДСЕ и включающих CE. Таким образом, дерево является адекватной моделью процесса изготовления CE со всеми входящими в нее ДСЕ.

Вся информация, требующаяся для построения дерева, поступает от различных служб предприятия и хранится на ВЦ на внешних носителях. Для определения временных параметров работ по СЕ и изделию в целом нужны построенное дерево и нормативы циклов изготовления ДСЕ. С внешних носителей в оперативную память на каждую СЕ вводится дерево, на основании которого с использованием нормативов длительностей работ проводится расчет временных параметров изготовления ДСЕ по каждому подразделению и последующий анализ значений сроков изготовления по каждому узлу СЕ.

Расчет временных параметров работ включает в себя расчет ранних и поздних начал и окончаний, полных резервов работ, а так же длины критического пути.

Определение ранних начал RN и ранних окончаний RO работ ведется по следующим формулам:

Для детали:

$$RN_{l,N_j}^S = 0; RN_{l,N_j}^S = \sum_{p=1}^{l-1} t_p, N_j; RO_{l,N_j}^S = \sum_{p=1}^l t_p, N_j$$

для ДСЕ:

$$RN_{l,N}^S = \max RO_{n,N_j}^{S+1} + \sum_{p=1}^{l-1} t_p, N, \quad N_j \in \bigcup_{j=1}^m N_j;$$

$$RO_{l,N}^S = \max RO_{n,N_j}^{S+1} + \sum_{p=1}^l t_p, N, \quad N_j \in \bigcup_{j=1}^m N_j$$

$$\text{где } P = Z_{N,l}^S, \quad l = \overline{1, L}; \quad S = \overline{S, O}$$

Длина критического пути: $T_{KP} = RO_{n,N}^0$

Поздние окончания РО и поздние начала RN работ:
для СЕ N:

$$RO_{n,N}^0 = T_{kp}, \quad PN_{l,N}^0 = PO_{n,N}^0 - \sum_{p=n}^l t_p, N$$

для ДСЕ N_j:

$$PO_{n,N_j}^S = PN_{1,N}^{S-1}; \quad PN_{l,N_j}^S = PN_{1,N}^{S-1} - \sum_{p=n}^l t_p, N_j$$

$$PO_l^S, N_j = PN_{l,N}^{S-1} - \sum_{p=n}^{l+1} t_p, N_j, \text{ где}$$

$$l \neq n, \quad S = \overline{O, S}, \quad l = \overline{L, 1}$$

Полные резервы работ:

$$RES_{l,N_j}^S = PO_{l,N_j}^S - RO_{l,N_j}^S = PN_{l,N_j}^S - RN_{l,N_j}^S,$$

где t_p, N_j – длительность изготовления ДСЕ N_j в цехе p ,

n – номер последнего цеха в $Z_{N_j}^S$.

По каждому цеху определяются сроки запуска-выпуска ДСЕ дифференцированно по отдельным СЕ изделия с учетом степени вхождения в изделие. Если выполнение изготовления изделия не достигается в установленные сроки, то пересматриваются циклы работ и ищутся способы их совмещения (параллельного выполнения).

При расчетах сроков изготовления изделия принималось: максимальное количество ступеней вхождения 8, т.е. $S = \overline{0, 7}$; максимальное количество цехов-изготовителей технологическом маршруте по изготовлению одной ДСЕ на каждой ступени – 13. По приведенному на рис.1 дереву и по приведенному на рис.2 расчету временных параметров работ длина критического пути, отмеченного на рис.1 жирной линией, получилась равной шести дням. Срок изготовления изделия, в которое входит как составная часть рассмотренная здесь СЕ №1524060605, был определен в 111 дней.

Номер ступени	Номер ДСЕ		Маршрут	Ранние		Поздние		Полные резервы работ
	Входящей	Включающей		Начала	Окончания	Начала	Окончания	
3	1524060141	1524060401	7,5	0,2	2,3	0,2	2,3	0,0
2	524060025	1524060105	1,5	0,0	0,1	3,3	3,4	3,3
2	1524060012	1524060105	1,5	0,1	1,2	2,3	3,4	2,2
2	1524060401	1524060105	5	3	4	3	4	0
2	1524060152	1524060105	1,5	0,1	1,2	2,3	3,4	2,2
1	1524060083	1524060605	5	0	1	4	5	4
1	1524060137	1524060605	7,5	0,2	2,3	2,4	4,5	2,2
1	1524060105	1524060605	5	4	5	4	5	0
1	1524060092	1524060605	5	0	1	4	5	4
0	1524060605		24	5	6	5	6	0

Рис.2. Временные параметры работ по СЕ №1524060605.

По результатам проведенных расчетов можно сделать общий вывод о преимуществе предлагаемого метода по сравнению с сетевыми моделями:

графическое представление изделия практически любой сложности в виде дерева и большая наглядность дерева,

меньшая трудоемкость при построении дерева,

возможность автоматизации построения деревьев,

возможность планирования и регулирования сроков изготовления нового изделия,

значительная экономия машинного времени на расчет временных параметров работ изделия.