

Манягина Ирина Валерьевна

студентка

ФГБОУ ВПО «Томский государственный университет
систем управления и радиоэлектроники»

г. Томск, Томская область

ОПТИМИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА

Аннотация: повышение эффективности производства на предприятиях связано с совершенствованием управления технологическими и производственными процессами путем использования методов моделирования и оптимизации производственных процессов. В данной статье произведена оптимизация сетевой модели комплекса производственных работ, в результате которой удалось определить минимальную сумму затрат на реализацию процесса в указанный срок.

Ключевые слова: модель, моделирование, оптимизация, производство.

Любое предприятие зачастую сталкивается с необходимостью планирования своих производственных процессов в целом, рассматривая отдельные работы во взаимосвязи [1]. Целью данной работы является определение минимальной стоимости комплекса производственных работ при заданной продолжительности его выполнения.

В рамках пищевого комбината «ЛАМА» свою деятельность осуществляет пекарня. Основной производственный процесс пекарни по производству хлеба состоит из 17 работ, продолжительность и порядок выполнения которых представлены в таблице 1.

Таблица 1

Работы	Обозначение	Предварительные работы	Характер	Продолжительность (мин.)
Прием сырья	t12			30
Перемещение сырья	t23	t12		35
Хранение сырья	t34	t23		60
Просеивание и очистка муки	t45	t23		10

Приготовление дрожж. супензии	t46	t23		7
Растопление маргарина	t47	t23	Авт.	8
Дозирование компонентов	t68	t45(1), t45(2), t45(3)		3
Замес теста	t89	t56		8
Брожение теста	t910	t67	Авт.	40
Обминка теста	t1011	t78		5
Деление теста на куски	t1112	t89		5
Предв. расстойка	t1213	t910	Авт.	8
Формирование заготовок	t1314	t1011		5
Оконч. расстойка	t1415	t1112	Авт.	40
Выпечка	t1516	t1213		55
Охлаждение	t1617	t1314	Авт.	120
Упаковывание	t1718	t1415		10

Сетевой график процесса имеет вид.

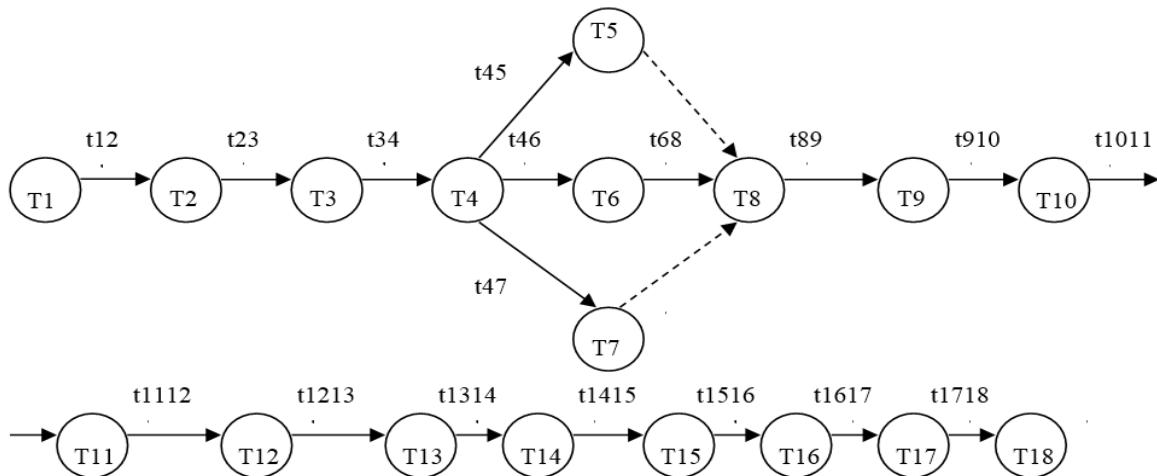


Рис. 1

Продолжительность полного пути $t(L_i)$ определяется по формуле:

$$t(L_i) = \sum_{j=1}^{L_i} t_{ij}, \quad (1)$$

где t_{ij} – продолжительность работы.

Все работы процесса производства выполняются последовательно, при этом работы $t45$, $t46$, $t47$ могут выполняться параллельно. Это значит, что для определения полного пути, т.е. длительности процесса, выбирается наиболее продолжительная из них.

Таким образом, продолжительность полного пути равна:

$$L = t_{12} + t_{23} + t_{34} + t_{45} + t_{68} + t_{89} + t_{910} + t_{1011} + t_{1112} + t_{1213} + t_{1314} + t_{1415} + t_{1516} + t_{1617} + t_{1718}$$

$$L = 30 + 35 + 60 + 10 + 3 + 8 + 40 + 5 + 5 + 8 + 5 + 40 + 55 + 120 + 10 = 434(\text{мин.})$$

Ожидаемое время выполнения процесса – 434 минуты. Рекомендуемая продолжительность выполнения всего комплекса работ $T_0 = 300$ минут. Для расчета минимальных затрат, необходимых для сокращения времени выполнения процесса использована модель линейного программирования.

Сокращение времени выполнения, связано с увеличением дополнительных ресурсов, таких как увеличение рабочих, привлечение их во внеурочное время. Следовательно, сокращение сроков выполнения приводит к увеличению затрат на реализацию процесса. В результате необходимо найти компромисс между сокращением времени выполнения той или иной работы и экономией дополнительных затрат на процесс [2].

Данные для решения поставленной задачи представлены в таблице 2.

Таблица 2

Работы	Нормальный вариант		Ускоренный вариант		Прирост затрат на одни сутки ускорения
	Время (мин.)	Затраты (руб.)	Время (мин.)	Затраты (руб.)	
t12	30	200	20	350	15
t23	35	250	20	310	4
t34	60	270	30	350	2,6
t451	10	300	5	430	26
t453	7	250	5	335	42,5
t452	8	200	3	450	50
t56	3	350	2	400	50
t67	8	400	8	400	0
t78	40	100	30	180	8
t89	5	350	5	350	0
t910	5	280	3	350	35
t1011	8	175	5	210	11,6
t1112	5	300	2	450	50

t1213	40	230	25	280	3,3
t1314	55	450	55	450	0
t1415	120	200	60	400	3,3
t1516	10	220	5	350	26
	Всего	4525	Всего	6045	

Исходя из экономической постановки задачи, разработана экономико-математическая модель, учитывающая все факторы от которых зависит решение.

По изучаемому производственному процессу известны:

- 1) нормальная продолжительность работы (t_{ij});
- 2) продолжительность работы при максимально возможном ее сокращении (t'_{ij});
- 3) величина максимально возможного сокращения продолжительности работы за счет дополнительных ресурсов $M_{ij} = t_{ij} - t'_{ij}$;
- 4) расчетные затраты на выполнение работы при нормальной ее продолжительности C_{ij} ;
- 5) расчетные затраты на выполнение работы в условиях максимального сокращения ее продолжительности за счет дополнительных ресурсов C'_{ij} ;
- 6) удельные затраты на сокращение продолжительности работы (на единицу времени) $K_{ij} = (C'_{ij} - C_{ij})/M_{ij}$.

Для формулировки задачи линейного программирования, необходимо ввести следующие переменные:

- 1) P – множество работ проекта;
- 2) x_i – время наступления события i ;
- 3) y_{ij} – величина сокращения времени работы ij ;
- 4) T_0 – желательное время выполнения проекта.

Целевая функция направлена на минимизацию дополнительных расходов за счет сокращения сроков выполнения проекта [3] :

$$F = \sum_{ij} K_{ij} y_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

Помимо целевой функции при решении поставленной задачи необходимо учесть следующие ограничения:

1. Время наступления события x_j должно быть больше или равно времени наступления предыдущего события плюс время необходимое для выполнения этой работы и минус время возможного сокращения:

$$x_j \geq x_i + t_{ij} - y_{ij}$$

2. Время возможного сокращения y_{ij} не может превышать разности времени работ $t_{ij} - t'_{ij}$:

$$y_{ij} \leq M_{ij}$$

3. Время наступления конечного события x_n должно быть меньше или равно заданной величине:

$$x_n \leq T_0$$

4. Время наступления событий и величина их возможного сокращения должны быть положительными:

$$x_i \geq 0, y_{ij} \geq 0$$

5. Количество работ должно принадлежать множеству работ проекта:

$$i, j \leq P$$

При этом в разработанной модели $\sum_{ij} K_{ij} y_{ij}$ - минимальная сумма издержек,

необходимая для сокращения времени выполнения проекта до T_0 ; x_i, y_{ij} – оптимальный план для полученной модели.

Решение поставленной задачи найдено при использовании пакета MS Excel, надстройки «Поиск решения».

При снижении продолжительности выполнения всего комплекса работ с 434 минут до 300 минут оптимальные затраты составляют $4525 + 520 = 5045$ (руб.) При этом требуется сокращение времени выполнения работ (табл. 3).

Таблица 3

Работа	Время сокращения (мин.)
t12	1
t23	15
t34	30
t910	10
t1213	3
t1415	15
t1617	60

В результате работы разработана оптимизационная модель комплекса работ по производству хлеба, позволяющая определить минимальные расходы на реализацию процесса в заданные сроки. Полученные результаты переданы директору ООО «Пищевой комбинат «ЛАМА» для рассмотрения.

Список литературы

1. Макарова Е.П. Бизнес-консалтинг в области управления проектами: Учеб. пособие. – М.: РУДН, 2008. – 269 с.
2. Моделирование производственных процессов автомобильного транспорта: Учебн. пособие / Сост. С.И. Коновалов, С.А. Максимов, В.В. Савин; Владимир. гос. ун-т. – Владимир, 2005. – 244 с.
3. Математические методы и модели в логистике: Учеб. пособ / В.С. Лубенцова; Под редакцией В.П. Радченко. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 157 с.