

ЗАМЕТКИ И ПИСЬМА

О ЗАДАЧЕ КОМПЛЕКТАЦИИ ОБЪЕКТОВ СБОРНЫМ ЖЕЛЕЗОБЕТОНОМ

Османов И. Х.

(Ташкент)

Технология строительного производства требует для возведения зданий и сооружений равномерной и комплектной поставки сборного железобетона (сб. ж.-б.) *. Несмотря на то что мощности технологических линий заводов Главстройиндустрии позволяют в течение года произвести свыше 1 млн. м³ конструкций из сб. ж.-б., а потребность годовой программы Минстроя УзССР в нем колеблется в пределах 600—700 тыс. м³ (остальное используют другие ведомства республики), существует проблема внутриквартального дефицита сб. ж.-б. Она возникает из-за ограниченности мощностей технологических линий по его изготовлению. Поэтому при распределении сб. ж.-б. по стройкам вводится понятие приоритетности объектов, в соответствии с которым вначале покрывается потребность особо важных объектов народного хозяйства, затем менее важных и т. д. (0—9 категорий).

Необходимо имеющимися квартальными мощностями технологических линий восьми заводов ЖБИ, изготавливающих около 2,5 тыс. наименований, общим объемом свыше 250 тыс. м³, удовлетворить потребности примерно 1 тыс. объектов строительства, возводимых ежеквартально Минстроем УзССР с учетом комплектного изготовления и поставки конструкций на стройки в каждом месяце.

Цель решения задачи — распределение потребности в сб. ж.-б. по изготовителям, организация ритмичной загрузки технологического оборудования заводов по ее выпуску, комплектация строек изделиями по приоритету и определение инструмента контроля за их поставками на объекты. В результате должно быть найдено рациональное комплексное обеспечение объектов строительства сб. ж.-б. при существующем размещении и специализации заводов ЖБИ.

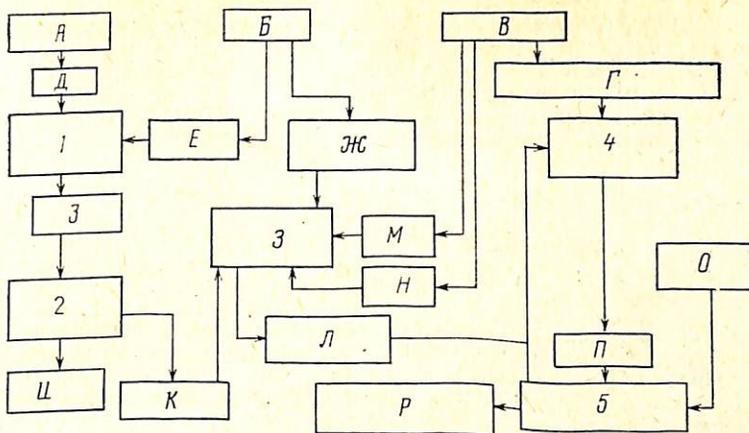
Для решения задачи в ИВЦ Минстроя УзССР разработана экономико-математическая модель, в которой используются следующие обозначения: m — номер (вид) группы изделий из сб. ж.-б. (колонны, ригели и т. д.), $m=1, \dots, M$; n — номер объекта, $n=1, \dots, N$; k — номер комплекта, в который могут входить несколько видов изделий, изготавливаемых на разных заводах, $k=1, \dots, K$; l — номер завода-изготовителя сб. ж.-б., $l=1, \dots, L$; t — технологическая линия завода-изготовителя T , $t=1, \dots, T$; A — общее количество изделий из сб. ж.-б., подлежащее распределению; G — число объектов, подавших заявки на сб. ж.-б.; P_{mnt} — потребность группы m изделий в комплекте k , на объекте n ; X_{mnt} — планируемая поставка группы m изделий в комплекте k на объект n ; H_{hnmnt} — мощность технологической линии t завода l по производству группы m изделий для комплекта k , поставляемого на объект n ; $W_{m-1,m}$ — технологическая связь между изделиями $m-1$ и m (имеется в виду принятая строительная технология; например, на объект поставляется комплект — фундамент, затем комплект — колонны, ригели, плиты перекрытия и т. д.); S_{nlm} — расстояние объекта n от завода l , изготавливающего группу m изделий; B_{mkn} — потребность объекта n в группе m изделий в комплекте k ; D_{mkn} — план поставки группы m изделий в комплекте k на объект n ; C_{hnmnt} — потребность комплекта k объекта n в группе m изделий, изготавливаемой на технологической линии t завода l ; U_{hnmnt} — план поставки комплекта k на объект n с группой m изделий производимого на технологической линии t завода l .

Комплектная поставка сб. ж.-б. должна быть сбалансирована с потребностью в ней объекта

$$\sum_{m=1}^M X_{mn(k-1)} = \sum_{m=1}^M P_{mn(k-1)}, \quad k \geq 1, \quad (1)$$

т. е. поставка на объект групп изделий из сб. ж.-б. комплектами осуществляется при сбалансированности в них. В случае дисбаланса объект снимается с комплектации. Величина $(k-1)$, $k \geq 1$, в (1) — номер комплекта.

* В один комплект могут входить, к примеру, колонны, ригели и плиты перекрытия, но не более 100 м³ сб. ж.-б., причем срок изготовления не превосходит месяца. Это связано с ежемесячной оплатой труда рабочих.



Блок-схема решения задачи: А — Управление производственно-технологической комплектацией и Производственное строительное объединение, Б — Республиканское производственное объединение «Узстройиндустрия», В — Стройкомплект, Г — корректировка квартальных планов поставки сб. ж.-б., Д — заявки, Е — мощности заводов ЖБИ, Ж — корректировка квартальных мощностей, З — заявки и мощности, И — дефицитные группы изделий, К — квартальная потребность и мощность, Л — квартальное планирование выпуска и поставок, М — закрепление заводов за трестами, Н — корректировка квартальной потребности, О — заводы ЖБИ и Комбинат строительных материалов и конструкций, П — ежедневная отгрузка, Р — справки и отчеты по фактическому выпуску и поставкам; 1 — определение годовой потребности с балансом по мощностям, 2 — определение квартальной потребности с балансом по мощностям, 3 — квартальное планирование выпуска и поставок, 4 — корректировка плана выпуска и поставок с учетом решений министерства, 5 — учет выпуска и оперативный контроль отгрузки сб. ж.-б.

Группа изделий из сб. ж.-б. обязательно должна составлять комплект. Если такая группа поставляется на объект с нарушением этого условия, то она доукомплектовывается трестом «Стройкомплект».

Комплектное распределение сб. ж.-б. производится независимо от того, соблюдается ли баланс (производства и потребности) его общего количества

$$D_{nk(m-1)} = B_{nk(m-1)}, \quad m \geq 1. \quad (2)$$

При выполнении этого условия производится полное комплектное распределение всего изготовленного количества изделий из сб. ж.-б по объектам. Если

$$D_{nk(m-1)} < B_{nk(m-1)}, \quad (3)$$

то план поставки групп изделий в комплектах не покрывает потребность объектов в них. В этом случае часть объектов будет снята с комплектации. Если

$$D_{nk(m-1)} > B_{nk(m-1)}, \quad (4)$$

то вся потребность объектов Минстроя УзССР в группах изделий будет удовлетворена комплектно и излишки можно передавать на объекты других министерств и ведомств республики

$$m \in A, \quad (5)$$

т. е. все группы состоят из изделий, которые содержатся в множестве этих конструкций.

При дисбалансе мощностей технологических линий заводов с потребностью объектов по группе изделий рассматривается неупаковка объектов. Принимается одно из двух решений: либо наращивать мощность технологической линии по этим изделиям, либо снимать объект с комплектации. Наборы изделий, которые составляют комплект, либо снимаются заводами ЖБИ на объекты строительства. Те изделия, которые не составляют полного комплекта, тоже отгружаются, а до полного комплекта доводятся на самом объекте трестом «Стройкомплект» за счет изделий, поступающих с других заводов. Система допускает, что набор изделий одного комплекта может изготавливаться на разных заводах ЖБИ.

Поставка комплектов из сб. ж.-б. с завода не превосходит мощности его технологических линий по производству изделий, входящих в комплекты

$$U_{knmtl} \leq H_{knmtl}. \quad (6)$$

Отгрузка технологически взаимосвязанного сб. ж.-б. потребителю осуществляется с ближайшего к нему завода-изготовителя данной группы изделий

$$n = \min \{S_{nlm} W_{m-1,n}\}. \quad (7)$$

Для выполнения этого условия предварительно решается транспортная задача на оптимальное закрепление потребителей изделий из сб. ж.-б. за поставщиками. В результате становится известной матрица наикратчайших расстояний между заводами-изготовителями группы изделий и их потребителями.

Целевая функция модели комплектной поставки сб. ж.-б. с ближайших заводов на объекты строительства до полного обеспечения их потребностей

$$F = \min \sum_{n=1}^N \sum_{k=1}^K \sum_{m=1}^M (C_{knmtl} - U_{knmtl}), \quad (8)$$

причем

$$H_{knmtl}, B_{mkn} \geq 0. \quad (9)$$

При проектировании системы учитывались необходимость получения документации с различной степенью укрупнения номенклатуры конструкций и возможность выдачи отдельных справок для всех уровней управления.

Общая блок-схема решения задачи приводится на рисунке, где показано, откуда и какая информация поступает, в каком блоке обрабатывается и куда передается.

Алгоритм решения задачи основан на методе распределения отдельных технологических групп сб. ж.-б. согласно заявленной потребности строительной организации. При этом учитывается возможность поставки с ближайшего завода-изготовителя, и только в случае нехватки мощности на этом заводе заявка прикрепляется к более удаленному заводу ЖБИ в соответствии с теми блоками оптимальной привязки к заводу-изготовителю по мере его удаленности от объекта.

Алгоритмы решения задачи в блоках 1—5 реализованы на базе ЕС ЭВМ с учетом приоритетности объектов и с использованием сервисной программы «Монитор», позволяющей вести пакетную обработку информации в автоматическом режиме путем набора отдельных технологических цепей общей блок-схемы. Система математического и программного обеспечения задачи обладает большой динамичностью генерации различных видов запросов и оперативностью получения результативных форм.

Планируется изготовление комплектов из сб. ж.-б. кварталы с условием поставки их в течение месяца. При этом очередность поставки на объекты задается самой технологией строительства. В случае производства изделий, входящих в комплект на разных заводах, трест «Стройкомплект» доукомплектовывает поставки, и только после этого осуществляются взаиморасчеты. Выборка из памяти ЭВМ нарядов на изготовление сб. ж.-б. как итоговая информация блоков 1, 2 и 3 проводится за любой период времени.

Вначале комплектуются пусковые объекты, а также относящиеся к наиболее важным отраслям народного хозяйства и включенные в народнохозяйственный план. При наличии свободной мощности затем комплектуются объекты других категорий важности, в последнюю очередь — непусковые и заделные.

В памяти ЭВМ информация накапливается за весь расчетный год. Имеется возможность выдачи справок по отдельным группам объектов строительства для различных отраслей народного хозяйства.

Данная система в Минстрое УзССР функционирует с 1982 г. Благодаря этому только за 1982—1986 гг. недопоставки сб. ж.-б. на объекты строительства уменьшились более чем в два раза.

Поступила в редакцию
18 VI 1985

**НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФУНКЦИИ
КОББА — ДУГЛАСА**

Смагин Б. И.

(Мичуринск)

Рассмотрим логические предпосылки, лежащие в основе производственной функции (ПФ) Кобба — Дугласа.

Пусть для производства продукции требуются n видов ресурсов. Обозначим через Y объем выпускаемой продукции, а через $x_j, j=1, \dots, n$ — затраты ресурса j . Тогда $Y=f(x_1, \dots, x_n)$. Предполагается, что имеет место взаимозаменяемость ресурсов, т. е. одно и то же количество продукции может быть произведено при различных затратах ресурсов и нехватка одного из них покрывается избытком другого.

Если увеличить затраты ресурса j на Δx_j , то при неизменных объемах других ресурсов количество выпускаемой продукции будет $f(x_1, \dots, x_j+\Delta x_j, \dots, x_n)$, а ее прирост, обусловленный дополнительными затратами ресурса j

$$\Delta Y = f(x_1, \dots, x_j + \Delta x_j, \dots, x_n) - f(x_1, \dots, x_j, \dots, x_n).$$

Величина Y/x_j — средняя производительность ресурса j . В этом случае естественно предположить наличие равенства

$$\Delta Y = \alpha_j (Y/x_j) \Delta x_j, \quad j=1, \dots, n, \quad (1)$$

т. е. прирост продукции из-за дополнительных затрат ресурса j прямо пропорционален произведению средней производительности этого ресурса на дополнительные затраты. Коэффициент пропорциональности $\alpha_j \in (0; 1)$. Это означает, что при увеличении затрат ресурса выпуск продукции возрастает, но в то же время прирост меньше своего «естественного» уровня $(Y/x_j)\Delta x_j$, так как дополнительные затраты ресурса j не обеспечиваются соответствующим повышением затрат других видов ресурсов, т. е. затраты ресурса j увеличиваются при неизменной производственной базе.

Поделив (1) на Δx_j и переходя к пределу при $\Delta x_j \rightarrow 0$, получим

$$\partial Y / \partial x_j = \alpha_j (Y/x_j), \quad j=1, \dots, n. \quad (2)$$

Вычислим полный дифференциал функции $Y=f(x_1, \dots, x_n)$ $\partial Y = (\partial Y / \partial x_1) dx_1 + \dots + (\partial Y / \partial x_n) dx_n = \alpha_1 (Y/x_1) dx_1 + \dots + \alpha_n (Y/x_n) dx_n$.

Разделив обе части равенства на Y и интегрируя, имеем $\ln Y = \alpha_1 \ln x_1 + \dots + \alpha_n \ln x_n + \ln a_0$, откуда $Y = a_0 x_1^{\alpha_1} x_2^{\alpha_2} \dots x_n^{\alpha_n} = a_0 \prod_{j=1}^n x_j^{\alpha_j}$, т. е. зависимость между объемом выпускаемой продукции и используемыми ресурсами описывается ПФ Кобба — Дугласа.

Условие взаимозаменяемости ресурсов часто вступает в противоречие со свойствами моделируемых производственных систем. Однако в реальных системах ресурсы, как правило, варьируют незначительно, так что в данной области их можно полагать взаимозаменяемыми. Это позволяет успешно применять для описания производственных процессов функцию Кобба — Дугласа.

Для ПФ с n ресурсами величина $\varphi_{0j} = Y/x_j$ выражает среднюю производительность ресурса j , а $\gamma_{0j} = \partial Y / \partial x_j$ — его предельную производительность. Введем в рассмотрение величину $E_{0j} = (d\varphi_{0j}/\varphi_{0j}) / (d\gamma_{0j}/\gamma_{0j})$, которая характеризует изменение предельной производительности ресурса j с ростом его средней производительности. Ответ на вопрос о взаимосвязи между значениями E_{0j} и ПФ Кобба — Дугласа дает следующее утверждение.

Теорема. Для того чтобы зависимость между факторами производства x_1, \dots, x_n и объемом выпускаемой продукции Y описывалась ПФ Кобба — Дугласа, необходимо и достаточно выполнения условия $E_{0j} = 1$.

Доказательство. Необходимость. Пусть $Y = a_0 x_1^{\alpha_1} \dots x_n^{\alpha_n}$, тогда $\gamma_{0j} = \partial Y / \partial x_j = \alpha_j (Y/x_j)$, $\varphi_{0j} = Y/x_j = \gamma_{0j} / \alpha_j$, $\gamma_{0j} / \varphi_{0j} = \alpha_j$,
 $d\varphi_{0j} / d\gamma_{0j} = 1 / \alpha_j$, $E_{0j} = (d\varphi_{0j} / d\gamma_{0j}) (\gamma_{0j} / \varphi_{0j}) = (1 / \alpha_j) \alpha_j = 1$.

Достаточность. Пусть $E_{0j} = 1$, тогда $d\varphi_{0j} / \varphi_{0j} = d\gamma_{0j} / \gamma_{0j}$. Интегрируя это уравнение, будем иметь $\ln |\gamma_{0j}| = \ln |\varphi_{0j}| + \ln \alpha_j$, откуда $\gamma_{0j} = \alpha_j \varphi_{0j}$ или, используя выражение для γ_{0j} и φ_{0j} , получим $\partial Y / \partial x_j = \alpha_j Y / x_j, j=1, \dots, n$.

Эти уравнения совпадают с системой (2), которая, как мы видели, приводит к ПФ Кобба — Дугласа.

Поступила в редакцию
7 V 1987