

**А.З. Ефименко**

**УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ  
СТРОЙИНДУСТРИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**

**А.З. Ефименко**

**УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ  
СТРОЙИНДУСТРИИ НА ОСНОВЕ  
ИНФОРМАЦИОННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЙ**



МГСУ  
Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2009

Рецензенты:

ректор Московской государственной академии коммунального хозяйства и строительства, профессор, доктор технических наук *А.А. Кальгин*;  
кафедра организации строительного МГСУ, профессор, доктор технических наук, *В.О. Чулков*.

**Ефименко А.З.**

Управление предприятиями стройиндустрии на основе информационных технологий / Монография: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 304 с.

**ISBN 978-5-93093-696-4**

В предлагаемом издании учебного пособия рассматриваются новые вопросы, связанные с инновационным развитием и совершенствованием управления домостроительными предприятиями; проанализированы инновации в жилищном строительстве и производстве конструкций, дано определение емкости рынка строительных материалов и изделий. В основе такого определения лежит изучение рынка и формирование стратегии маркетинга. Особенно это важно в условиях кризиса.

При решении прикладных задач формируются структуры и модели баланса потребления и производства строительных изделий и конструкций в увязке с мощностями предприятий в региональном аспекте.

Управление домостроительным предприятием как сложной системой предполагает использование системного подхода, приводится пример рационального выбора подсистем ДСК на основе математического метода.

Осуществляется выбор критериев. Предлагаются различные модели оперативного планирования производства на технологических линиях домостроительных предприятий, а также модели расчета материальных ресурсов и оптимизации их поставок.

Приводятся примеры использования метода экспертных оценок в управлении предприятием и повышения эффективности и качества продукции предприятий стройиндустрии.

В пособии учтен опыт передовых предприятий стройиндустрии, а также ДСК.

Для студентов, аспирантов, магистров, преподавателей, а также для практических работников и специалистов, занимающихся проблемами управления стройиндустрией и промышленностью строительных материалов и изделий.

Рекомендовано Научно-техническим советом МГСУ

© Ефименко А.З., 2009

© МГСУ, 2009

© Оформление Издательство АСВ, 2009

**ISBN 978-5-93093-696-4**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	6
<b>Глава 1. Модели регионального развития производства строительных конструкций и изделий</b> .....	9
1.1. Региональная модель развития производства.....	9
1.2. Модель развития и размещения предприятий по производству стеновых материалов с учетом взаимозаменяемости .....	16
<b>Глава 2. Модели стратегического управления в корпоративных и вертикально интегрированных структурах</b> .....	25
2.1. Методы и алгоритмы решения задач управления и развития предприятий .....	47
<b>Глава 3. Управление проектами предприятий строительной индустрии</b> .....	52
3.1. Сущность и организационные структуры управления проектами .....	52
3.2. Оперативное управление проектом предприятий стройиндустрии.....	56
3.3. Управление проектом завода по производству керамического кирпича .....	65
<b>Глава 4. Формирование структуры жилищного строительства и задача балансирования</b> .....	71
4.1. Изучение рынка и стратегии маркетинга.....	78
4.2. Прогнозирование спроса и цены на керамический кирпич .....	84
4.3. Балансирование производства и потребления строительных конструкций и изделий в регионе .....	96
<b>Глава 5. Моделирование управления структурой производства полнооборного домостроения</b> .....	100
5.1. Формирование стратегии программы домостроительного производства.....	102
<b>Глава 6. Определение комплектов потребляемых изделий. Оперативное планирование на заводах крупнопанельного домостроения</b> .....	105
6.1. Проблемы совершенствования управления стройиндустрии на основе системного подхода.....	113

6.1.1. Информационные технологии управления стройиндустрией .....	113
6.1.2. Выбор основных модулей (подсистем) управления, основных функций системы управления ДСК .....	119
6.1.3. Средства совершенствования организации, управления и повышения эффективности работы предприятий стройиндустрии на основе информационных технологий.....	126
6.1.4. Управление качеством продукции – процессный подход.....	130
6.2. Модели управления в корпоративном объединении промышленных предприятий.....	148
6.3. Выбор критериев и моделирование оперативных планов производства с использованием информационных технологий.....	156
6.4. Модель календарного планирования производства изделий (для технологических линий, имеющих переналадки с затратами рабочего времени) .....	166
6.5. Оптимизация раскладки изделий на поддоне.....	170
6.6. Имитационное моделирование рациональной загрузки пропарочных камер.....	174
<b>Глава 7. Управление и оптимизация запасов сырьевых материалов в стройиндустрии .....</b>	<b>178</b>
7.1. Модели расчета материальных ресурсов и планирование их поставок .....	179
7.2. Определение оптимальных количеств хранения сырьевых материалов .....	185
<b>Глава 8. Метод экспертных оценок при решении прикладных задач в строительной индустрии.....</b>	<b>190</b>
8.1. Сущность и применение метода экспертных оценок для повышения качества строительных материалов .....	190
8.2. Проблема выбора рационального варианта структуры управления предприятиями строительной индустрии с учетом маркетинга .....	204
8.3. Использование метода экспертных оценок в производстве.....	220
8.4. Оптимизация и повышение качества производства элементов дорожного мощения .....	225
<b>Глава 9. Методы оценки организации технологических процессов на предприятиях стройиндустрии .....</b>	<b>228</b>
<b>Глава 10. Математическое моделирование и оптимизация процессов смешивания сырьевых смесей в технологии газобетона.....</b>	<b>237</b>

10.1. Исследование закона распределения содержания цемента при непрерывном вибросмешивании .....	243
10.2. Влияние однородности распределения алюминиевой пудры в процессе непрерывного вибросмешивания на прочность и однородность газобетона .....	266
<b>Глава 11. Предварительное вибрационное смешивание сухих компонентов газобетона с алюминиевой пудрой – эффективное средство повышения его однородности и качества .....</b>	<b>274</b>
11.1. Повышение однородности смешивания и однородности газобетона .....	274
11.2. Влияние температуры на коэффициент теплопроводности газобетона .....	278
<b>Глава 12. Моделирование и оптимизация технико-экономических параметров управления производством в стройиндустрии .....</b>	<b>282</b>
12.1. Анализ возможностей предприятия и моделирование технико-экономических параметров управления производством железобетонных изделий и стеновых материалов .....	282
12.2. Оптимизация технологических параметров управления производством легкобетонных изделий.....	283
12.3. Анализ и моделирование организации производства на ДСК .....	297
<b>Список используемой литературы .....</b>	<b>302</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Изменение объемов и структуры строительно-монтажных работ в рыночных условиях вызывает необходимость изменения структуры мощностей строительных организаций, обеспечивающих ввод в эксплуатацию объектов социальной сферы, дальнейшей индустриализации строительства, совершенствования строительного производства и повышения качества строительства в процессе сборки зданий и сооружений из конструкций и деталей заводского изготовления, поставляемых комплектно в строгой технологической последовательности выполнения строительных процессов, применения инновационных решений фасадов зданий, их отделки и теплоизоляции.

Рыночные отношения и необходимость реализации национальных проектов требуют осуществления в строительстве комплексных мер по развитию и укреплению материально-технической базы строительных организаций и предприятий, совершенствованию внутрифирменного планирования и управления на основе информационных технологий, обеспечению равных экономических возможностей для деятельности предприятий с различными формами собственности.

Главными действующими лицами в инвестиционном комплексе стали инвесторы предприятия, фирмы и корпорации, акционерные общества и т.д. Для координации их работы и решения общих задач созданы объединения, союзы и ассоциации, к которым переходят функции научно-технической, правовой помощи и руководства.

Одной из причин недостаточной эффективности деятельности строительно-монтажных организаций является все еще значительное использование в организации и управлении строительством рутинных методов, явно недостаточное применение комплексных организационно-управляющих автоматизированных и информационно-коммуникационных систем управления сложными производственными структурами, каковыми в настоящее время стали не только предприятия строительной индустрии, но и финансово-строительные и финансово-промышленные группы.

Несмотря на то что в 70-х гг. XX в. были разработаны (или адаптированы) многие модели для управления строительством, на практике в конкретных автоматизированных системах они не получили должного применения. Это произошло прежде всего потому, что экономико-математические модели предопределяли нахождение оптимальных или близких к ним решений в области планирования капитального строительства, деятельности предприятий строительной индустрии, перераспределения ресурсов, оперативного управления выпуском материалов, деталей и конструкций и возведения зданий и сооружений и соответственно давали объективную оценку деятельности строительно-монтажных организаций, предприятий строительной индустрии, характеризуя в целом положение дел в капитальном строительстве. Это шло вразрез с методами централизованной системы управления и привело к внедрению лишь про-

стейших информационных задач, в том числе по контролю выполнения плановых заданий и, как следствие, к снижению интеллектуализации автоматизированных систем управления.

В системе управления строительной индустрией доминировали административно-плановые методы при чрезмерной централизации, что выражалось в многочисленности директивных и планируемых показателей, в централизованном распределении основных видов ресурсов, существенном ограничении хозяйственной самостоятельности, почти полном отсутствии самофинансирования предприятий, в применении командных методов в оперативном управлении.

Таким образом, необходимым условием подъема отрасли капитального строительства является использование компьютерных сетей и процессного подхода в управлении.

Несбалансированность в строительной индустрии проявляется в недостаточной увязке различных стадий воспроизводства, планирования и отражает уровень их согласованности, а также соотношение материальных, трудовых, финансовых и других ресурсов, объемов сбыта, потребностей и спроса, мощностей предприятий и производства строительных конструкций и материалов.

Решение данных проблем сдерживается из-за целого ряда недостатков, присущих деятельности промышленных предприятий строительной индустрии.

Системе управления предприятиями строительной индустрии по-прежнему присущи многие недостатки. К ним, в частности, относятся: многозвенность организационных структур, недостатки в размещении предприятий, включая неравномерность развития материально-технической базы строительства по экономическим районам и регионам страны, в некоторых случаях низкий организационно-технический уровень производства и технико-экономических показателей.

Производство строительных конструкций, изделий и материалов без учета сроков потребления, сортамента, комплектности и потребного количества вызывает затоваривание готовой продукцией складов заводов-изготовителей, а поставка изделий в этих условиях приводит к необоснованно большим запасам на одних стройках при одновременном недостатке их на других, что создает искусственный дефицит по различным типоразмерам конструкций и деталей. Происходит разбалансированность спроса и предложения.

В настоящее время предъявляются еще более жесткие требования к синхронизации строительного конвейера (системе «производство изделий и конструкций – транспорт – монтаж на строительной площадке»).

Одним из основных рычагов решения рассмотренных проблем и повышения эффективности производства строительных конструкций и деталей служит дальнейшее совершенствование управления на основе разработки современных процессных подходов, внедрения систем менеджмента качества.

Выполненный анализ позволяет установить главные причины неудач в создании эффективных систем управления производством конструкций и комплектацией строительных объектов:



отсутствие методов взаимодействия эконометрических моделей объекта и экономических моделей управления строительной индустрией, связанных с рыночным механизмом и экономическими методами управления;

использование в таких системах управления традиционных принципов и методов управления, характерных для иерархических структур управления обработки данных, и принятия решений;

нарушение системного подхода при создании систем управления предприятиями строительной индустрии;

недооценка «человеческого фактора» в разработанных системах и отсутствие методов, предоставляющих возможность управления процессом оптимизации управленческих решений в человеко-машинных режимах;

недостаточное использование методов согласования целей, в том числе по уровням управления, а также методов адаптации систем и др.

Большинство рассмотренных причин вызваны недостаточным развитием конкретных приложений теории систем и системного подхода к управлению строительной индустрией, к разработке методов и моделей автоматизации и информационных технологий. Часто отсутствуют концептуальные подходы, модели и механизмы учета рыночных отношений и соответствующие отечественные программно-технические средства.

Человеко-машинные модели внутрифирменного управления предприятиями строительной индустрии, обеспечивающие прогнозирование, перспективное текущее и оперативное планирование, особенно актуальны при переходе на рыночные отношения.

# **ГЛАВА 1. МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ**

Современный уровень развития производства характеризуется снижением использования производственного потенциала при достаточно хорошей обеспеченности традиционными видами материалов и конструкций и дефицитом новых эффективных взаимозаменяемых изделий.

Для комплексного решения проблемы руководства деятельностью строительного комплекса в условиях формирования рыночного механизма представляется необходимым исследовать вопросы перспективного планирования и размещения предприятий материально-технической базы строительства. В связи с возрастающим влиянием рыночного механизма на деятельность предприятий, развитием прямых связей, возникновением различных горизонтальных связей рыночного ценообразования важным элементом развития стройиндустрии становится рациональное размещение производства новых эффективных материалов на основе энергосберегающих технологий, инноваций и использование вторичных ресурсов. Это также связано с реструктуризацией отраслей промышленности строительных материалов, реконструкцией и модернизацией предприятий.

Идея построения всеобъемлющей оптимизационной модели планирования развития предприятий промышленности строительных конструкций и деталей на современном этапе неосуществима технически, информационно и организационно из-за огромной размерности такой модели, необходимости аккумуляирования и быстрой переработки в одном центре больших объемов разнообразной информации для принятия планово-экономических решений и доведения их до конкретных исполнителей. Поэтому большое значение приобретают разработка и практическая реализация системы региональных моделей оптимального планирования отраслей и многоотраслевых комплексов (сборный железобетон, стеновые материалы, легкие заполнители и т.д.) Многие виды строительных конструкций и деталей (сборный железобетон, конструкции стен) неэффективно перевозить на большие расстояния. Как правило, средний уровень затрат на их производство незначительно колеблется по областям в данном экономическом районе. Поэтому при компьютеризированном решении задач выбора стратегии развития и оптимизации перспективных программ производства сборного железобетона и эффективных стеновых и других строительных материалов бывает целесообразно ограничиться рассмотрением экономического района или его части – республики, крупного края или области, группы соседних областей.

## **1.1. Региональная модель развития производства**

Следует решать региональные оптимизационные задачи, охватывающие все производство и потребление железобетонных изделий на соответствующей территории (кроме спецжелезобетона), независимо от ведомственной подчи-

ненности. Ниже предлагается экономико-математическая модель региональной задачи развития и размещения предприятий сборного железобетона. В качестве региона может быть принята территория области, республики или экономического района (зона деятельности территориального строительного объединения, ФСГ).

Для заданного территориального района известны:

- а) пункты потребления продукции;
- б) объемы потребления всех видов изделий в каждом пункте по годам планового периода;
- в) пункты, в которых строятся, построены или возможно строительство предприятий строительных деталей и конструкций, в каждом из этих пунктов объекты могут быть возведены по любому из рекомендованных на плановый период проектов; для существующих заводов предусматривается возможность реконструкции;
- г) капитальные затраты и эксплуатационные расходы по каждому предприятию, намеченному к реконструкции или строительству;
- д) все виды транспорта, на которых возможны перевозки готовой продукции в данном плановом периоде;
- е) себестоимость и транспортные затраты на перевозку изделий от каждого поставщика до каждого потребителя.

При разработке оптимального плана, кроме того, учитывалось влияние ряда дополнительных условий (ограничений), вытекающих из технологии и экономики выпуска строительных изделий.

Требуется разработать такой перспективный план развития мощностей по производству строительных деталей и конструкций размещения заказов и поставок, чтобы совокупные приведенные затраты на производство и перевозку продукции был минимальны. При этом все потребители должны быть обеспечены продукцией.

Введем следующие обозначения:

$i$  – пункт размещения завода;

$j$  – пункт потребления продукции;

$P$  – вид продукции;

$q$  – технологический способ производства продукции;

$Q_i$  – множество технологических способов производства в  $i$ -м пункте производства;

$t$  – год планового периода;

$M_{iq}^t$  – максимально возможная мощность  $q$ -го способа производства в  $i$ -м пункте в  $t$ -м году;

$Z_{iq}^t$  – фактически используемая мощность  $q$ -го способа производства в  $i$ -м пункте в  $t$ -м году;

$D_{jp}^t$  – объем потребления  $p$ -го вида продукции в  $j$ -м пункте в  $t$ -м году;

$K_{iq}^t$  – объем капитальных вложений в  $t$ -м году в строительство технологических линий в  $i$ -м пункте, выпускающих продукцию по  $q$ -му технологическому способу;

$X_{ij}^{qpt}$  – объем перевозок из пункта  $i$  в пункт  $j$   $p$ -го вида продукции, полученного  $q$ -м технологическим способом в  $t$ -м году;

$C_{iq}^{pt}$  – себестоимость единицы продукции  $p$ -го вида, полученного  $q$ -м технологическим способом в  $i$ -м пункте производства в  $t$ -м году;

$h_{ij}^p$  – удельные транспортные затраты на перевозку  $p$ -го вида продукции из пункта  $i$  в пункт  $j$  в  $t$ -м году;

$$\lambda_{qp} = \lambda / v_{qp},$$

где  $v_{qp}$  – коэффициент приспособленности  $q$ -го способа производства к выпуску  $p$ -го вида продукции;  $E$  – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

Требуется определить:

$i$  – пункты размещения новых и варианты реконструкции действующих предприятий по выпуску строительных изделий и конструкций с указанием технологического способа производства;

$q$  и мощность  $Z_{iq}^t$ , которая будет использована при данном технологическом способе в  $t$ -м году;

величину поставок из пункта  $i$  в  $j$ -й пункт  $p$ -го вида изделий, изготовленных  $q$ -м способом в  $t$ -м году при следующих условиях:

$$F = \sum_t \left\{ \sum_{i,q} \frac{h_{iq}^t}{(1+E)^t} + \sum_{i,q,p} \frac{C_{ip}^{qt} (Z_{iq}^t) Z_{iq}^t}{(1+E)^t} + \sum_{i,j,p,q} \frac{h_{ij}^{pt} X_{ij}^{pqt}}{(1+E)^t} \right\} = \min;$$

$$\sum_{i,p} \lambda_{pq} \cdot X_{ij}^{pqt} = Z_{iq}^t;$$

$$i = \overline{1, m};$$

$$Z_{iq}^t \leq M_{iq}^t;$$

$$q \in Q \quad t = \overline{1, T}.$$

Выпуск продукции в  $i$ -м пункте  $q$ -м технологическим способом не может превышать максимально возможного объема выпуска продукции указанным способом в  $t$ -м году:

$$\sum X_{ij}^{qpt} = D_{ip}^t; \quad t = \overline{1, T}; \quad j = \overline{1, n}; \quad P = \overline{1, p}; \quad q \in Q \}.$$

Потребность строительных организаций должна быть полностью удовлетворена по всем видам изделий в каждом году рассматриваемого периода:

$$X_{ij}^{qpt} \geq 0; \quad i = \overline{1, m}; \quad j = \overline{1, n}; \quad p = \overline{1, P}; \quad t = \overline{1, T}; \quad q \in Q.$$

Величины объемов поставок продукции не могут быть отрицательными.

Рассмотрим метод решения задачи, если год планового периода фиксирован. Обозначим через  $(a_{iq}^t(Z_{iq}) = a_{iq}^t)$  удельные приведенные затраты на строительство и эксплуатацию в  $i$ -м пункте технологических линий  $q$ -го способа производства в  $t$ -м году. Тогда для каждого года планового периода имеем большеразмерную многопродуктовую нелинейную статическую задачу математического программирования, в которой по критерию минимума годовых приведенных затрат (капитальных, эксплуатационных, транспортных) определяются схема размещения предприятий, объемы выпуска их продукции, схема прикрепления потребителей к поставщикам:

$$\sum_{i,q} a_{iq}^t(Z_{iq}^t) + \sum_{i,q,p,t} h_{ij}^{pt} X_{ij}^{pqt} = \sum \left[ h_{ij}^{pt} + \lambda_{pq} X_{ij}^{pqt} \left( \sum_{j,p} \lambda_{pq} X_{ij}^{pqt} \right) \right] X_{ij}^{pqt} \rightarrow \min$$

здесь предполагается, что транспортные затраты  $h_{ij}^{pt}$  приведены к рассматриваемому  $t$ -му году. Положим, что

$$d_{ij}^{pqt} = \lambda_{pq} a_{iq}^t(Z_{iq}) + K_{ij}^{pt}.$$

Если коэффициенты  $d_{ij}^{pqt}$  постоянны, то функционал является линейным, и мы имеем дело с распределительной задачей линейного программирования.

Нелинейную статическую задачу решаем путем последовательного решения ряда линейных задач. Для этой цели применяем с некоторыми видоизменениями итерационной процесс, описанный в работах В.Маша.

Алгоритм поиска решений заключается в следующем. Сначала выбираем значения  $a_{iq}^t$ , соответствующие максимальному выпуску продукции, т.е. находим  $d_{ij}^{pqt}$ , которые отвечают минимальным затратам на выпуск единицы про-

дукции. Решив распределительную задачу линейного программирования, получим некоторый набор  $Z_{iq}^t$ . Если среди них имеются нулевые и равные максимальным выбранным значениям, то полученное значение удовлетворяет условиям и является оптимальным решением статической задачи.

В противном случае поступаем следующим образом:

а) если  $Z_{iq}^t$ , полученные в результате предыдущего расчета, равны нулю, то  $a_{iq}^t = M$ ,  $M$  – достаточно большое число;

б) если  $0 < Z_{iq}^t$ , то произведенные составляющие затрат полагаем равными  $a_{iq}^t = a_{iq}^t(Z_{iq}^t)$ ;

в) в соответствии с вновь полученными производственными составляющими затрат производим корректировку значений, проставляемых в исходную матрицу. С этими значениями снова решаем распределительную задачу линейного программирования.

Если вновь полученное решение с заданной степенью точности совпадает с каким-либо решением, полученным ранее, то оно является оптимальным решением статической задачи. В противном случае повторяют действия, описанные в пп. а – в.

Задача решалась в динамике на пять лет для производственных предприятий сборного железобетона с критерием оптимальности по минимуму приведенных затрат на производство и транспортировку готовой продукции.

**Решение задачи с учетом динамики.** Рассмотрим некоторые методы решения динамических задач, предлагаемые различными авторами. Так, например, существует предложение отыскивать оптимальное решение динамической задачи следующим образом.

Сначала решают задачу, исходя из потребностей последнего года  $T$  планового периода. Полученные в результате решения задачи мощности  $M_{iq}^T$  будут служить ограничениями для задачи на  $(T - 1)$ -й год, а вновь полученные мощности  $M_{iq}^{T-1}$  – ограничениями для задачи на  $(T - 2)$ -й год и т.д. Для каждого рассматриваемого пункта получим неубывающую последовательность мощностей:

$$M_{iq}^1 \leq M_{iq}^2 \leq \dots \leq M_{iq}^{T-1} \leq M_{iq}^T.$$

Принимать полученное решение в качестве окончательного, вообще говоря, было бы неверным. Следует рассмотреть и другие варианты расчета с целью получения решения, более близкого к оптимальному.

Воспользуемся иным подходом к динамическому учету аспекта задачи. Решаем задачу на первый год планируемого периода; вошедшие в оптимальный план для данного года объекты в дальнейшем будут рассматриваться как существующие. Это значит, что при решении задачи для второго

года планового периода объект, вошедший на полную мощность, в исходной матрице представим как существующий одной строкой, объект же, которой вошел не на полную мощность, представим в ней двумя строками (достигнутый уровень и максимально возможный прирост). Если увеличение размеров матрицы делает затруднительным решение на ЭВМ, то анализируем полученное для предыдущего года решение, в результате чего исключаются заведомо неэффективные объекты и условия, которые не оказывают существенного влияния на выбор переменных. После этого решаем задачу на второй год и т.д.

Недостатком указанных методов является то, что первое решение, полученное каждым из них, оказывает влияние на каждое предыдущее и, следовательно, на решение всей задачи. Наша цель заключается в том, чтобы выбрать решение, которое лучше всего удовлетворяет народнохозяйственному региональному оптимуму. Для этого предполагаем кроме решений, полученных каждым из указанных методов, зафиксировать некоторое решение из промежуточных лет планового периода в качестве контрольных и вновь решить задачу относительно промежуточных контрольных точек, используя указанные методы, т.е. решаем задачу для каждого фиксированного года. Полученные объемы (мощности) являются исходными для решения задачи «назад» первым способом и для решения задачи «вперед» вторым способом. Из совокупности всех полученных решений в качестве окончательного решения выбираем то, которое соответствует минимальным затратам на весь плановый период.

В ходе практически выполненных расчетов получены следующие результаты:

1) установлена величина  $Z_{iq}^t$  фактически используемой мощности для каждого пункта производства; эта величина получена для всех видов изделий в каждом расчетном году и на каждом исследуемом заводе, т.е. установлен перспективный план развития мощностей и производства изделий и конструкций для строительства;

2) определены варианты прикрепления пунктов потребления к заводам-поставщикам, а также величина  $X_{ij}^{pqt}$  – объема перевозок от соответствующих заводов-поставщиков к пунктам потребления;

3) выявлены мощность предприятий, но которую необходимо увеличить объем выпуска соответствующего вида изделий для удовлетворения потребностей, а также объемы выпуска, который может быть выделен сторонним потребителям.

В соответствии с полученным решением проведен анализ загрузки предприятий, даны предложения по рациональной концентрации и расширению производства отдельных видов продукции, выявлены тенденции развития производственной базы строительства в зависимости от основных технико-экономических факторов.

Комплексная оценка и анализ деятельности предприятий позволили прогнозировать выпуск сборного железобетона на несколько лет вперед; это дало возможность наряду с разработкой оптимального плана всего объема выпуска изделий и конструкций дать практические рекомендации по улучшению организации и специализации их производства.

Полученные результаты послужили в свое время основой для предложений и плановых решений Главмособлстройматериалов о специализации Орехово-Зуевского и ряда других заводов ЖБИ для сельского строительства и составления перспективных планов предприятий сборного железобетона.

Результаты исследования были использованы при решении актуальных вопросов по организации комплектного выпуска и поставки унифицированных деталей и конструкций специализированными предприятиями Мособлстройматериалов для сельского строительства.

На основании разработанных экономико-математических моделей были выполнены исследования по их взаимоувязке и практические расчеты на ЭВМ по развитию и размещению предприятий по производству легких пористых заполнителей и стеновых конструкций в пределах региона Туркмении.

Взаимосвязь региональных моделей и разработка предложений по развитию производства эффективных материалов. Возникновение многочисленных прямых и обратных связей промышленности строительных материалов, конструкций и деталей обусловлено в известной мере ограниченностью различных ресурсов, а действие некоторых технико-экономических факторов и условий неоднозначно, а зачастую и противоречиво.

Снижение стоимости строительно-монтажных работ при использовании прогрессивных конструкций часто связано с ухудшением условий их транспортирования и повышенным расходом цемента, высокопрочной арматуры, фракционированных заполнителей, электроэнергии; уменьшение производственных затрат при концентрации и специализации производства сборного железобетона сопровождается ростом транспортных расходов; экономия на текущих издержках за счет внедрения новой технологии изготовления изделий сопряжена с дополнительными вложениями.

Поэтому результаты оптимальных отраслевых и региональных планов могут не соответствовать друг другу и интересам народного хозяйства.

Решение практических региональных задач оптимизации перспективных планов производства строительных материалов, конструкции и деталей позволяет усовершенствовать и улучшить действующую систему управления планирования, разрешить ряд неясных методических вопросов взаимоувязки моделей и планов, а также поставить ряд новых, обеспечивающих развитие теории и решение ее важнейших проблем.

В связи с этим рассмотрим решение региональных задач перспективного планирования развития и размещения производства легких пористых заполнителей и стеновых материалов с учетом взаимозаменяемости материалов (практически задача решалась на примере Туркменской Республики).



## 1.2. Модель развития и размещения предприятий по производству стеновых материалов с учетом взаимозаменяемости

Рассмотрим особенности экономико-математической формулировки задачи [19, 20].

Введем следующие обозначения:

$i$  – источник сырья ( $i = 1, 2, \dots, I$ );

$j$  – пункт размещения производства стеновых материалов ( $j = 1, 2, \dots, J$ );

$k$  – пункт потребления готовой продукции ( $k = 1, 2, \dots, K$ );

$n$  – вид потребности готовой продукции ( $n = 1, 2, \dots, H$ );

$q$  – способ производства стеновых материалов;

$a_i$  – множество способов производства стеновых материалов в  $j$ -м пункте;

$P$  – вид стенового материала ( $p = 1, 2, \dots, P$ );

$B_{kn}$  – потребность  $k$ -го потребителя в  $n$ -м виде продукции;

$M_{iq}$  – максимально возможная мощность добычи сырья в пункте  $i$ ;

$M_{jp}$  – максимально возможная мощность производства  $p$ -го стенового материала  $q$ -м способом в  $j$ -м пункте;

$\lambda_{pn}$  – норма расхода  $p$ -го стенового материала на 1 кв. м  $n$ -го вида готовой продукции;

$S_{pn}$  – затраты на монтаж 1 кв. м  $n$ -го типа стены из  $p$ -го стенового материала;

$T_{ij}$  – транспортные затраты на доставку сырья из пункта  $i$  в пункт  $j$ ;

$t_{jk}^p$  – транспортные затраты на доставку  $p$ -го стенового материала из пункта  $j$  в пункт  $k$ ;

$\lambda_i$  – удельные капитальные вложения на разработку  $i$ -го карьера;

$C_i$  – себестоимость добычи 1 т (1 кв.м) сырья в  $i$ -м пункте;

$\lambda_{ip}$  – норма расхода  $i$ -го сырья на единице  $p$ -го стенового материала;

$K_{jq}^p$  – удельные капитальные вложения на строительство  $q$ -го способа производства в  $j$ -м пункте для производства  $p$ -го стенового материала;

$C_{jq}^p$  – себестоимость производства единицы  $p$ -го стенового материала в  $j$ -м пункте  $q$ -м способом;

$X_{ij}^{pq}$  – объем перевозок сырья из пункта  $i$  в пункт  $j$  для производства  $p$ -го стенового материала  $q$ -м способом;

$X_{jk}^{pq}$  – объем перевозок  $p$ -го стенового материала, полученного в пункте  $j$   $q$ -м способом, в пункт  $k$  для покрытия потребности  $n$ -го вида;

$E$  – норма дисконта, равная приемлемой для инвестора норме дохода на капитал.

Требуется определить:

$$\sum_{i,j,p,q} (C_i + EK_i + t_{ij}) X_{ij}^{pq} + \sum_{j,n,k,q} (C_{jk}^p + \lambda_{pn} S_{pn} + EK_{jq}^p + t_{jk}^p) X_{jk}^{pqn} \rightarrow \min$$

при условиях:

$$\sum_{j,p,q} X_{ij}^{pq} \leq M_{iq} \quad (i = 1, 2, \dots, I).$$

Поставки сырья из пункта  $i$  не могут превышать максимально возможного объема добычи.

$$\sum_i \lambda_{ip} X_{ij}^{pq} = \sum_{k,n} X_{jk}^{pqn} \leq M_{jq} \begin{pmatrix} j = 1, 2, \dots, J \\ q \in Q_p \\ p = 1, 2, \dots, P \end{pmatrix}.$$

Объем поставок сырья должен соответствовать объему выпускаемой продукции, который не должен превышать максимально возможной мощности:

$$\sum_{j,q,p} \lambda_{pn} X_{jk}^{pqn} = B_{kn} \begin{pmatrix} k = 1, 2, \dots, K \\ n = 1, 2, \dots, N \end{pmatrix}.$$

Потребности потребителей должны быть удовлетворены:

$$X_{ij}^{pq} \geq 0; \quad X_{jk}^{pqn} \geq 0.$$

Поставки не могут быть отрицательны.

В экономико-математической модели развития и размещения производства стеновых материалов предусмотрены по возможности полнее все факторы, влияющие на выбор оптимального плана. В рамках единой модели при выборе оптимального плана учитываются затраты, связанные с добычей и транспортировкой сырья, так как оптимизационные расчеты по сырью и стеновым материалам должны быть увязаны.

Это осуществляется с помощью объективно обусловленных оценок.

Дополнительно введем обозначения:

$l$  – вид сырья;

$\lambda_{lp}$  – норма расхода  $l$ -го сырья на единицу  $p$ -го вида продукции;

$V_j^l$  – объективно обусловленная оценка  $l$ -го вида сырья в  $j$ -м пункте его потребления.

Тогда  $V_j^l$  определяется следующим образом:

$$V_j^l = C_i^l + EK_i^l + t_{ij}^l + R_i^l,$$

где  $C_i^l, K_i^l, t_{ij}^l$  обозначает то же, что и  $C_i, K_i, t_{ij}$  относительно  $l$ -го сырья;

$R_i^l$  – сумма рент по местоположению и горной ренты  $i$ -го пункта по  $l$ -му виду сырья.

Оптимизация развития и размещения промышленности стеновых материалов произведена по следующей экономико-математической модели:

$$\sum_{j,p,q,n,k} [\lambda_{lp} V_j^l + C_{jq}^p + \lambda_{pn} S_{ln} + EK_{jq}^p + t_{jk}^p] X_{jk}^{pqn} \rightarrow \min$$

при условиях:

$$\sum_{k,n} X_{jk}^{pqn} \leq M_{jq}^p \left( \begin{array}{c} j = 1, 2, \dots, J \\ q \in Q \\ p = 1, 2, \dots, P \end{array} \right);$$

$$\sum_{j,p,q} \lambda_{pn} X_{jk}^{pqn} = B_{kn} \left( \begin{array}{c} k = 1, 2, \dots, K \\ n = 1, 2, \dots, N \end{array} \right).$$

Оптимальный план рассчитывался с помощью распределительной задачи линейного программирования.

Оптимизация плана развития и размещения производства взаимозаменяемых стеновых материалов осуществлялась с применением ЭВМ с учетом обязательного удовлетворения потребностей республики и внешних поставок на плановый период.

Одной из важнейших задач на перспективный период является качественное изменение применяемых в промышленном, сельском и жилищно-гражданском строительстве ограждающих и несущих конструкций зданий и новых сооружений с учетом их долговечности, теплотехнических и эксплуатационных требований, максимальное их облегчение при одновременном снижении стоимости. В решении этих задач важная роль принадлежит легким бетонам на пористых заполнителях (аглопорит, керамзит) и ячеистым бетонам.

Помимо строительных конструкций керамзит применяется непосредственно как утеплитель для засыпок междуэтажных и чердачных перекрытий, а также в других отраслях народного хозяйства. Он применяется в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности для изготовления жаростойких

Научное издание

Анатолий Захарович **Ефименко**

# УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯМИ СТРОЙИНДУСТРИИ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*  
Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*  
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.  
Подписано к печати 07.12.09. Формат 70х100/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 19 п.л. Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>