МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский и научно-исследовательский институт

ГИПРОДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ

gost.e-ecolog.ru

КОНТРОЛЬНЫЙ ЛИСТОК
СРОКОВ ВОЗВРАТА

КНИГА ДОЛЖНА БЫТЬ
ВОЗВРАЩЕНА НЕ ПОЗЖЕ
УКАЗАННОГО ЗДЕСЬ СРОКА

Колич. пред. выдач.

3 ТМО Т. 1млн. З. 159-83

МИНИСТЕРСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ РСФСР

Государственный дорожный проектно-изыскательский
и научно-исследовательский институт
ГИПРОДОРНИИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ

Утверждены Минавтодором
РСФСР. Протокол № 13-1
от 11 апреля 1980 г.

Москва 1980

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности функционирования дорожного хозяйства тесно связано с осуществлением широкой программы реконструкции действующих асфальтобетонных заводов, с ликвидацией открытых битумных хранилищ, переводом технологических процессов на полуавтоматическое и автоматическое управление, повсеместным обеспечением устройства бункеров-накопителей и силосных складов для минерального порошка, а также оснащением организаций новыми высокоэффективными смесителями большей мощности и современными передвижными АБЗ.

В связи с этим важное значение приобретает разработка перспективных планов комплексного развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов с применением экономико-математических методов и ЭВМ.

Увеличение плотности автомобильных дорог вызывает необходимость функционирования передвижных асфальтобетонных заводов не только при скоростном строительстве автомагистралей, но и при рассредоточенном характере потребления асфальтобетонной смеси. Поэтому в данных методических рекомендациях рассматриваются методы оптимизации комплексного развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ в условиях рассредоточенного характера потребления.

Существующие недостатки в системе отчетности организаций Минавтодора - отсутствие исходной информации для задач оптимизации, невозможность точного прогноза показателей работы асфальтобетонных заводов - заставляют говорить о перспективном планировании при однозначной и неоднозначной информации.

Этим вопросам посвящены 2 и 3 разделы Методических рекомендаций. Методы оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов реализованы на примере Московской области (раздел 4).

Рекомендации могут быть использованы производственными объединениями, автодорами Минавтодора РСФСР, трестом "Росдороргтехстрой" при составлении перспективных планов развития и

размещения асфальтобетонных заводов в краях, областях, автономных республиках.

Работа выполнена в отделе Экономических исследований Гипродорнии кандидатами эконом.наук В.А.Ногай, Л.Е.Тылевич, ст.научным сотрудником С.М.Борисовым, ст.инженером Т.Ф.Матюшенко.

Все замечания и пожелания направлять по адресу:
Москва, 109089, Набережная Мориса Тореза, 34, ГИПРОДОРНИИ.

Заместитель директора по научной работе
д-р техн. наук А.П.Васильев

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.2. Разработка перспективного плана развития и размещения асфальтобетонных заводов относится к числу управленческих задач сложного характера. Сложности данной задачи:

необходимость комплексной оптимизации развития и размещения АБЗ как стационарных, так и передвижных;

необходимость оптимизации развития, размещения и привязки сырьевой базы к АБЗ;

специфичность свойств готовой продукции - асфальтобетонной смеси;

учет вероятностного характера воздействия совокупности природно-географических, специально-экономических, производственно-технических условий и факторов на перспективное функционирование заводов.

I.2. В настоящих рекомендациях реализуется методика комплексного решения задачи оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ с использованием детерминированного подхода.

На примере Московской области определен перспективный план развития и размещения АБЗ Минавтодора РСФСР до 1985 г., намечены маршруты передислокаций передвижных заводов по каждому году планового периода, разработана схема наращивания производственных мощностей по годам с учетом конкретных типов и марок асфальтосмесительного оборудования, решены вопросы привязки производства местных сырьевых материалов к асфальтобетонным заводам, вошедшим в перспективный план.

I.3. Детерминистический подход к решению оптимизационных задач предполагает однозначность всех категорий исходных данных. Однако такой подход при значительном влиянии случайных факторов не учитывает вероятностный характер исходной информации и, следовательно, приводит к строгой однозначности получаемых решений, что, как правило, затрудняет реальное внедрение разработанных перспективных планов.

Поэтому при оптимизации такой сложной экономической системы, как данная (комплексное развитие и размещение стационарных

и передвижных АБЗ) необходимо учитывать ее вероятностно-неопределенные свойства (рассматривать как систему, подверженную в своем развитии сильным вероятностно-неопределенным колебаниям).

I.4. Проявление вероятностно-неопределенных свойств заключается в неполноте знаний о способах и последствиях влияния многих факторов на развитие и размещение АБЗ, в том числе различных сторон технического прогресса, в неточности количественной оценки будущих значений уже принципиально известных параметров и связей данной экономической системы, что выражается в погрешности практически всей исходной информации.

I.5. Указанные обстоятельства приводят к тому, что при оптимизации комплексного развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ в условиях неоднозначно заданной исходной информации детерминированные экономико-математические модели и методы необходимо рассматривать не как средства принятия окончательного решения, а как способ выявления и исследования возможных вариантов развития и размещения обоих типов предприятий.

Вследствие этого подлинной задачей оптимизации перспективного развития и размещения АБЗ является не определение одного оптимального решения, а выделение и всесторонняя оценка всей совокупности оптимальных вариантов, образующих зону неопределенности данной оптимизируемой системы.

Метод выработки и принятия решений в условиях неоднозначно заданной информации включает следующие этапы:

1. Имитация реальных условий развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ. На этой стадии с помощью метода статистических испытаний формируется достаточное число случайных векторов исходных данных, а затем путем их группировки методами таксономии определяются наиболее представительные сочетания - условия развития системы. Таким образом получаем качественно новую информацию о реальных условиях развития системы.

2. Выявление зоны неопределенности оптимального развития данной экономической системы. На этом этапе для каждого из сформированных представительных сочетаний исходных данных определяется оптимальный способ развития и размещения АБЗ. В результате группировки полученных оптимальных решений их исходное множество заменяется эквивалентной, но гораздо меньшей совокупностью оптимальных вариантов, которые и образуют зону неопределенности

развития системы.

3. Оценка вариантов развития и размещения АБЗ, которая связана с решением задачи их приспособления ко всем рассмотренным условиям развития системы. На основе информации, получаемой из решения детерминированной модели, формируется матрица затрат на развитие и адаптацию данной системы. Далее строится матрица значений экономического риска, содержащая принципиально новую информацию о поведении в условиях неопределенности, и представляющая собой обобщенную характеристику возможных экономических последствий от незнания будущих условий функционирования асфальтобетонных заводов. Матрица экономического риска является основой для сравнения вариантов перспективного развития и размещения АБЗ.

4. Выбор равноэкономических вариантов развития системы. Он осуществляется с помощью совместного применения соответствующих критериев теории игр. В этих условиях выбор окончательного единственного решения о развитии и размещении асфальтобетонных заводов производится с привлечением не поддающихся формализации соображений.

I.6. Учету фактора неопределенности в данных методических рекомендациях посвящен п. 3.

2. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ ПРИ ОДНОЗНАЧНО ЗАДАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

2.I. Экономико-математическая модель процесса комплексного размещения и развития стационарных и передвижных АБЗ

2.I.I. Постановка задачи оптимального планирования развития и размещения асфальтобетонных заводов предполагает первоначальное выделение, учет и анализ важнейших условий и факторов, определяющих это размещение: сезонность дорожно-строительных работ, климатическая зона района, ограниченная дальность возки готовой продукции, удаленность объектов строительства от железных дорог и источников сырья, состояние подъездных путей, основные направления научно-технического прогресса и организации

производства асфальтобетонной смеси, динамика расположения объектов потребления, возможности производства холодных смесей.

2.I.2. При решении динамической задачи развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ предполагается, что известна следующая однозначная исходная информация:

I. Величина планового периода оптимизации (количество интервалов).
2. Перечень поставщиков сырья для производства асфальтобетонной смеси (карьеров каменных материалов, песка, битумных баз, заводов минерального сырья).
3. Объем поставок сырья от каждого поставщика по каждому году планового периода на производство асфальтобетонной смеси.
4. Нормы расходов каждого вида сырья при производстве различных асфальтобетонных смесей.
5. Потребность в асфальтобетонной смеси на объектах дорожного строительства (на плановый период).
6. Перечень действующих асфальтобетонных заводов, как стационарных так и передвижных к началу планового периода.
7. Перечень пунктов возможного размещения АБЗ (при выборе этих пунктов учитывается наличие подъездных путей, обеспеченность трудовыми ресурсами, топливом, электроэнергией, водой и т.п.).
8. Набор возможных мощностей АБЗ и их специализации по интервалам планового периода. Варианты мощностей АБЗ задают по типовым комплектам асфальтосмесительного оборудования. (По каждому предприятию рассматривают ограниченное количество вариантов его развития (мощностей)).
9. Перечень объектов дорожного строительства рассматриваемого района (очередность строительства по интервалам планового периода).
I0. Динамика потребления объектов дорожного строительства по интервалам планового периода.
II. Величина максимальной технологической дальности возки асфальтобетонных смесей.
I2. Транспортные затраты на доставку готовой асфальтобетон-

ной смеси к объектам дорожного строительства с учетом технологической дальности возки смеси.

13. Затраты на производство асфальтобетонной смеси по каждому варианту (мощности) асфальтобетонного завода. Технико-экономические показатели по действующим АБЗ (себестоимость продукции и удельные капиталовложения) определяют на основе плановых калькуляций, а по вариантам вновь вводимых асфальтобетонных заводов используют проектные показатели.

14. Затраты на передислокацию передвижного АБЗ каждого типа, включающие затраты на демонтаж оборудования, на транспортирование его к месту новой дислокации, монтаж оборудования.

2.I.3. Оптимизация комплексного развития и размещения стационарных АБЗ и передвижных АБЗ представляет собой двухуровневый процесс. На верхнем уровне оптимизации определяют зоны действия стационарных и передвижных АБЗ в плановом периоде, план наращивания мощностей стационарных АБЗ по годам планового периода, план прикрепления заводов к поставщикам сырья для производства асфальтобетонных смесей, оптимальную схему перевозок асфальтобетонной смеси к объектам строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог региона.

В условиях рассредоточенного характера потребления асфальтобетонной смеси задача оптимизации развития и размещения передвижных АБЗ ничто иное, как задача выбора оптимальных маршрутов передислокации АБЗ на множество объектов потребления асфальтобетонной смеси. Поэтому на нижнем уровне оптимизации определяют оптимальные схемы передислокаций передвижных АБЗ с определенной мощностью.

2.I.4. Оптимизационные расчеты в двухуровневой задаче развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ производят по экономико-математическим моделям верхнего и нижнего уровня.

2.I.5. Экономико-математической моделью верхнего уровня является динамическая производственно-транспортная модель в вариантной постановке, в которой условия функционирования передвижных АБЗ описаны только с учетом линейного характера спроса на асфальтобетонную смесь.

Для описания модели приняты следующие обозначения:

i - индекс пункта размещения стационарных и передвижных АБЗ ($i = 1,2,3,\ldots, m$). В зависимости от вида асфальтобетонного завода множество (I) разбивается на два непересекающихся подмножества (I_1, I_2), где I_1 - множество индексов стационарных АБЗ ($i = 1,2,3,\ldots, m_1$), I_2 - множество индексов передвижных АБЗ ($i = m_1, m_1+1, \ldots m_2$);

j - индекс объектов дорожного строительства, реконструкции и ремонта потребителей асфальтобетонной смеси ($j = 1,2,3,\ldots, n$);

h - индекс пункта производства транспортируемого сырья ($h = 1,2,3,\ldots, H$);

g - индекс вида сырья, необходимого для производства асфальтобетонной смеси ($g = 1,2,3, \ldots, G$);

t - индекс номера планируемого периода ($t = 1,2,3,\ldots,T$);

r - индекс способа функционирования АБЗ ($r = 1,2,3,\ldots, R_i$).

В зависимости от вида асфальтобетонного завода множество (R) разбивается на два подмножества ($R1, R2$), где

$R1$ - множество индексов способов функционирования стационарных АБЗ ($r = 1,2,3,\ldots, r_i$);

$R2$ - множество индексов способов функционирования передвижных АБЗ ($r = r_i; r_{i+1},\ldots, R_i$).

Каждый способ функционирования описывается вектором, состоящим из К+1 компонент ($a^r_{1i}, a^r_{2i},\ldots, a^r_{ki}, c^r_{it}$), где

a^r_i - объем производства асфальтобетонной смеси на i-м АБЗ по r - му варианту функционирования в году t ;

c^r_{it} - показатели эффективности r-го способа производства на i - м предприятии (АБЗ) - показатель критерия оптимальности данного способа в году t .

При передислокации передвижного асфальтобетонного завода в году t , к c^r_{it} добавляются затраты на ее осуществление:

P^r_i - затраты на передислокацию передвижного АБЗ ($i \in I_2$, $r \in R2$);

q^{z}_{gjit} - удельный расход g -го сырья по способу функционирования z i-го АБЗ;

S_{higt} - транспортные затраты на доставку g -го вида сырья из h -го пункта в пункт размещения i -го асфальтобетонного завода в году t ;

S_{ijt} - транспортные затраты на доставку асфальтобетонной смеси с i -го АБЗ к j - му объекту дорожного строительства в году t ;

Q_{hgt} - максимально возможный объем выделенного сырья g -го h -м поставщиком вида для производства асфальтобетонной смеси в году t ;

b_{jt} - объем потребности в асфальтобетонной смеси в j-м пункте потребления - объекте дорожного строительства, реконструкции и ремонта в году t ;

B_t - коэффициент дисконтирования

$$B_t = (1+E)^{t_i - t},$$

где t_i - год соизмерения, t -год осуществления затрат,
E - нормативный коэффициент эффективности.

Неизвестные величины

z^{z}_{i} - интенсивность использования z -го варианта развития асфальтобетонного завода в i -м пункте размещения;

x_{ijt} - объем поставок асфальтобетонной смеси от асфальтобетонного завода размещенного в i -м пункте, к j -му объекту потребления - объекту дорожного строительства, реконструкции и ремонта в году t ;

y_{higt} - объем поставок сырья g -го вида для производства асфальтобетонной смеси из h -го сырьевого предприятия (базы) к i -му АБЗ в году t ;

y_{ijt} - целочисленная переменная, равная 1, если передвижной i -й АБЗ передислоцируется в j -й пункт в году t и равная 0 в противном случае ($i \in I_2$, $t = 2, 3, \ldots, T$).

Многосырьевая однопродуктовая трехэтапная производственно-транспортная задача развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов в динамической постановке формулируется следующим образом.

Найти величины $z_i^r, x_{ijt}, y_{higt}, y_{it}(i \in I_2)$, удовлетворяющие условиям:

$$\sum_{i=1}^{m} y_{higt} \leqslant Q_{hgt} \qquad \begin{pmatrix} h = 1,2,3,\ldots,H \\ g = 1,2,3,\ldots,G \\ t = 1,2,3,\ldots,T \end{pmatrix} \tag{2.1}$$

из каждого пункта h, дающего сырье g, может быть поставлено всем асфальтобетонным заводам (i) не более того количества сырья, которым располагает данный пункт h в планируемом году t;

$$\sum_{r=1}^{R_i} a_{it}^r q_{git} z_i^r = \sum_{h=1}^{H} y_{higt} \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,3,\ldots,m \\ t = 1,2,3,\ldots,T \\ g = 1,2,3,\ldots,G \end{pmatrix} \tag{2.2}$$

производственная потребность i-го АБЗ данной оптимизируемой системы в сырье g в году t должна быть полностью удовлетворена;

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ijt} = b_{jt} \qquad \begin{pmatrix} j = 1,2,3,\ldots,n \\ t = 1,2,3,\ldots,T \end{pmatrix} \tag{2.3}$$

заданная потребность j - го дорожно-строительного объекта в году t должна быть полностью удовлетворена;

$$\sum_{r=1}^{R_i} a_{it}^r z_i^r \geqslant \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\, t \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,3,\ldots,m \\ t = 1,2,3,\ldots,T \end{pmatrix} \tag{2.4}$$

производство асфальтобетонной смеси на i-м АБЗ должно быть не меньше, чем суммарный объем перевозок ко всем объектам дорожного строительства;

$$\sum_{r=1}^{R_i} z_i^r \leqslant 1, \quad i = 1,2,3,\ldots,m \tag{2.5}$$

в оптимальный план должно входить не более одного целого варианта развития предприятия в пункте из числа заданных вариантов;

$$z_i^r = 0 \text{ или } 1 \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,3,\ldots,m \\ r = 1,2,3,\ldots,R_i \end{pmatrix} \tag{2.6}$$

переменные z равны 0 или 1, т.е. вошли или не вошли в план;

$$y_{it} = 0 \quad или \quad 1 \qquad \begin{pmatrix} i \in I_2 \\ t = 2,3,\ldots,T \end{pmatrix} \tag{2.7}$$

переменные y_{it} равны 0 или I, т.е. передислоцируются или нет соответствующие передвижные АБЗ в году t ;

$$x_{ijt} \geqslant 0 \qquad \begin{pmatrix} i = 1,2,3,\ldots, m \\ j = 1,2,3,\ldots, h \\ t = 1,2,3,\ldots, T \end{pmatrix} \tag{2.8}$$

объемы перевозок асфальтобетонной смеси не могут быть отрицательными;

$$y_{higt} \geqslant 0 \qquad \begin{pmatrix} h = 1,2,3,\ldots, H \\ i = 1,2,3,\ldots, m \\ g = 1,2,3,\ldots, G \\ t = 1,2,3,\ldots, T \end{pmatrix} \tag{2.9}$$

объемы перевозок сырья для производства асфальтобетонной смеси не отрицательны.

Целевая функция $z^{min}_{инт.}$ - минимум интегральных производственных затрат на плановый период

$$z^{min}_{инт.} = \sum_{t=1}^{T} \sum_{g=1}^{G} \sum_{h=1}^{H} \sum_{i=1}^{m} S_{higt} B_t y_{higt} + \sum_{i=1}^{m} \sum_{r=1}^{R_i} C^{r}_{инт.i} z^{r}_{i} +$$

$$+ \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{h} S_{ijt} B_t x_{ijt} + \sum_{t=2}^{T} \sum_{r=r_i}^{R_i} \sum_{i=m_1}^{m} P^{r}_{i} B_t y_{it} . \tag{2.10}$$

Слагаемые целевой функции $z^{min}_{инт.}$ имеют следующий смысл:

1. Суммарные затраты на транспортировку всех видов сырья с h -х предприятий к асфальтобетонным заводам как стационарным, так и передвижным в плановом периоде.

2. Интегральные затраты на производство асфальтобетонной смеси на i -х АБЗ при реализации r -х вариантов развития

$$\left(C^{r}_{инт.i} = \sum_{t=1}^{T_{вл}} d^{r}_{it} B_t + \sum_{t=1}^{T_{пл}} F^{r}_{it} B_t \right),$$

где d_{it}^{τ} – капитальные вложения в реконструкцию или строительство i -го АБЗ в t -м году при τ -м варианте развития; F_{it} – текущие затраты на производство смеси i -м АБЗ при τ -м варианте развития; $T_{вл}^{\tau}$ – последний год капитальных вложений по τ -му варианту развития i -го АБЗ ($T_{вл\,i}^{\tau} \leq T_{пл}$).

3. Суммарные транспортные затраты на доставку асфальтобетонной смеси с i -х заводов на j -ые объекты дорожного строительства в плановом периоде.

4. Суммарные затраты на передислокацию передвижных асфальтобетонных заводов в плановом периоде.

В результате реализации поставленной дискретной экономико-математической модели верхнего уровня процесса оптимизации развития и размещения обоих типов АБЗ определяют оптимальную схему развития и размещения стационарных предприятий; рациональную зону обслуживания каждого стационарного АБЗ; зону функционирования передвижных АБЗ в рассматриваемом регионе; первоначальную схему прикреплени стационарных и передвижных заводов к сырьевым базам по всем годам планового периода; рациональные мощности и год ввода в действие передвижных предприятий.

2.I.6. Для формализации задачи нижнего уровня используют теорию графов, которая дает наглядный и доступный инструмент построения моделей функционирования передвижных асфальтобетонных заводов. Адекватное отображение всего множества вариантов развития и маршрутов передислокаций достигается на основе построения сетевого ориентировочного графа специального вида [13]. Множество вершин (R) графа может быть разбито на t – подмножеств (по числу временных интегралов планового периода) $R_1, R_2, \ldots, R_t$. При этом последовательность $< R_1, R_2, \ldots, R_t >$ должна обладать следующими свойствами:

а) любые две смежные вершины графа $G(U)$ принадлежат разным подмножествам;

б) в графе $G(U)$ возможны прямые непосредственные связи только между элементами смежных подмножеств последовательности $< R_1, R_2, \ldots, R_t >$.

Сетевой ориентированный граф, обладающий указанными свой-

ствами t- дольный ориентированный граф $G_t(U)$. Пример такого графа изображен на рис. 2.I.

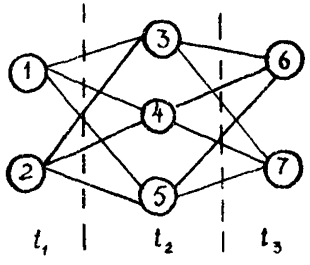


Рис.I. Трехдольный полный ориентированный граф

В t-дольном сетевом ориентированном графе $G_t(U)$, адекватно отображающем процесс развития и размещения передвижного АБЗ в плановом периоде $t\in[1,T]$, каждая вершина определяет вариант развития в году t для соответствующего пункта размещения передвижного АБЗ.

Дуги сетевого ориентированного графа $G_t(U)$, соединяющие вершины двух соседних подмножеств $r_t^1\in R_t$ и $r_{t+1}^2\in R_{t+1}$ определяют как технологическую возможность перехода АБЗ в своем развитии от варианта в году t к варианту r^2 в году $t+1$, так и направление возможной передислокации. Каждой вершине графа $G(U)$- $r_t\in R_t$, представляющей вариант развития передвижного АБЗ в году t, поставим в соответствие пункт дислокации j, показатели $a_{jk}^{t^2}$ и соответствующие величины интегральных затрат c^{rt}.

Для дуг графа, соединяющих вершины смежных подмножеств R_t и $R_{t+1}(t\in[t,T-1])$, определим показатели $w_{r_t^1,r_{t+1}^2}$, где $r_t^1\in R_t$ и $r_t^2\in R_{t+1}$, которые включают наряду с затратами на передислокацию передвижного состава АБЗ затраты по переходу предприятия от одного технологического варианта к другому.

Построенный таким образом граф задает все множество вариантов (стратегий) развития и размещения передвижного АБЗ на всем плановом периоде.

2.I.7. Аналитическая запись сетевой модели по определению кратчайшего пути на графе $G(U)$ имеет вид

$$\left\{c_{r_1}+\sum_{T=2}^{T}(c_{r_t}+w_{r_{t-1},r_t})x_{r_{t-1},r_t}\right\}\longrightarrow min \qquad (2.11)$$

при условиях

$$x_{r_t, r_{t+1}} = \begin{cases} 1 \\ 0, \end{cases} \left(r_t \in k_t; r_{t+1} \in R_{t+1}, t = \overline{1, T-1}\right); \quad (2.12)$$

$$\sum_{r_{t-1} \in R_{t-1}} x_{r_{t-1}, r_t} - \sum_{r_{t-1} \in R_{t+1}} x_{r_t, r_{t+1}} = 0, \left(r_t \in R_t; t = \overline{2, T-1}\right); \quad (2.13)$$

$$\sum_{r_2 \in R_2} x_{\bar{r}_1, r_2} = 1; \sum_{r_{T-1} \in R_{T-1}} x_{r_{T-1}, r_T} = 1 \quad (r_T \in R_T). \quad (2.14)$$

Задача выделения на графе кратчайшего пути состоит в выборе таких значений $x_{r_t, r_{t+1}} (t = \overline{1, T-1})$, где

$$x_{r_t, r_{t+1}} = \begin{cases} 1, \text{ если дуга } (r_t, r_{t+1}) \text{ принадлежит выбранному пути на графе из фиксированной вершины } \bar{r}_1 \in R \\ \text{в некоторую вершину } r_t \in R_t; \\ 0, \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

2.1.8. Поставленная задача относится к классу многошаговых процессов принятия решений и для ее реализации может быть использован метод динамического программирования, который базируется на построении системы рекуррентных соотношений.

Обозначим через $\bar{S}^t_{r_t}$ величину суммарных затрат, определенных в период $[1, t]$ для соответствующего передвижного асфальтобетонного завода (в момент t функционирующего по варианту развития и размещения r).

Тогда система рекуррентных соотношений для нахождения оптимальной стратегии развития и размещения передвижных АБЗ представляется следующим образом:

$$t = 1; \quad \bar{S}^1_{\bar{r}} = c_{\bar{r}}; \quad (2.15)$$

$$t = t'; \quad \bar{S}^{t'}_{r_{t'}} = \min_{r_{t-1} \in R_{t'-1}} \left\{ \bar{S}^{t'}_{r_{t-1}} + y_{r_{t'-1}, r_t} \right\}, \quad (2.16)$$

где $y_{r_{t'-1}, r_t} = c_{r_t} + w_{r_{t'-1}, r_{t'}} \left(r_t \in R_{t'}; t' = \overline{2T}\right)$.

При построении этой системы рекуррунтных соотношений ис-

пользуется принцип оптимальности Беллмана [2]. Оптимальная стратегия обладает тем свойством, что для любого первоначального состояния после некоторого этапа решения совокупность последующих решений должна составлять оптимальную стратегию по отношению к состоянию, к которому пришли в результате начального этапа решения.

Решив ряд данных задач нижнего уровня, соответственно по каждому передвижному АБЗ, вошедших в план развития и размещения на верхнем уровне, получаем оптимальные схемы их передислокаций на всем плановом периоде.

2.I.9. Для взаимоувязки планов двух уровней множество оптимальных маршрутов передислокаций передвижных АБЗ вводится в задачу верхнего уровня. В результате повторного решения по модели (2.I) - (2.IO) происходит окончательное прикрепление поставщиков сырья для производства асфальтобетонной смеси к АБЗ по каждому году планового периода.

2.2. Алгоритм решения задачи размещения и развития стационарных и передвижных АБЗ верхнего уровня

2.2.I. Используя существующие методы соизмерения затрат во времени, однопродуктовую многосырьевую динамическую экономико-математическую модель (2.I) - (2.IO) развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов можно свести к модели статической многопродуктовой задачи с целочисленными ограничениями на переменные [6]. Производство и распределение однородного продукта (асфальтобетонной смеси) в разные периоды времени (года), рассматриваемые в динамической задаче математически трактуется в статической задаче как производство и распределение различных продуктов в одном периоде, т.е. индекс $t(t=1,2,3,\ldots,T)$ заменяется на индекс К (К=I,2,3,..., ℓ).

2.2.2. Модель производственной задачи обычно игнорирует нелинейность целевой функции, которая отражает существующую в реальных условиях функциональную зависимость между размером предприятия и издержками на приготовление асфальтобетонной смеси и ее транспортировку. В реальных планово-экономических задачах пункты размещения предприятий, их мощность, как правило, заданы в виде вариантов с исчисленными по каждому варианту

развития текущими и капитальными затратами. При этом объемы производства могут находиться в интервале, в котором затраты на единицу продукции остаются практически постоянными.

При вариантной постановке задачи развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов нелинейная целевая функция апроксимируется в кусочно-линейную, что позволяет использовать для ее решения алгоритмы линейного программирования.

2.2.3. В связи со сложностью и большой размеренностью рассматриваемой задачи при решении ее наиболее реален итеративный метод, использующий коэффициенты "экономичности" /II/, который позволяет преодолеть трудности при реализации многопродуктовых и динамических производственно-транспортных моделей задач большой размерности. Этот метод дает возможность свести многопродуктовую задачу к ряду однопродуктовых (на несколько порядков проще), разбив ее на блоки таким образом, чтобы результаты решения по блокам оставались совместными в отношении производственных и транспортных затрат и их можно было синтезировать в едином оптимальном плане.

Сущность метода состоит в том, что находятся такие показатели-коэффициенты "экономичности", которые характеризуют экономичность предприятий по каждому из возможных вариантов размещения и развития с точки зрения производственных и транспортных затрат и служат критерием оптимальности. В дальнейших расчетах по ним производится отбор наиболее выгодных вариантов в оптимальный план.

2.2.4. Так как оптимальный план производства асфальтобетонной смеси ищется с помощью коэффициентов экономичности, обладающих относительной устойчивостью, необходимо чтобы варианты развития АБЗ были заданы соответствующим образом. Чем менее резко различаются варианты по объемам производства и экономическим показателям, тем больше вероятность быстрого нахождения оптимального решения.

2.2.5. Решение задачи развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ (циклы расчетов составляющих одну интерацию) разбивается на стадии.

I. Для каждого возможного пункта размещения асфальтобетонных заводов выбирают такой вариант их развития, который удовлет-

ворял бы условию

$$\bar{a}_i = \max_{1 \le r \le R_i} a_i^r .$$

Выбирают АБЗ с максимально возможным объемом производства асфальтобетонной смеси.

2. Определяют μ_{ik} - коэффициенты экономичности АБЗ по затратам на первозку асфальтобетонной смеси.

Для этого решают e открытых транспортных задач (для каждого К) следующего вида.

Найти неизвестные X_{ijk}, удовлетворяющие условиям

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ijk} = b_{jk}, \quad j = 1,2,3,\ldots,n; \tag{2.17}$$

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ijk} \le \max \bar{a}_{ik}, \quad i = 1,2,3,\ldots,m; \tag{2.18}$$

$$x_{ijk} \ge 0 \quad \begin{matrix} i = 1,2,3,\ldots,m, \\ j = 1,2,3,\ldots,n; \end{matrix} \tag{2.19}$$

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (\bar{c}_{ik} + s_{ijk}) x_{ijk} = \min. \tag{2.20}$$

По результатам решения находят

$$\mu_{ik} = \hat{\mu}_{ik} - \min\{\hat{\mu}_{ik}\}, \; 1 \le i \le m, \tag{2.21}$$

где μ_{ik} - ненормированные коэффициенты экономичности поставщиков асфальтобетонной смеси - потенциалы решенной транспортной задачи, вычисленные по транспортным затратам с точностью до постоянного слагаемого.

3. Решают 6 транспортных задач (для каждого g) по определению коэффициентов экономичности по затратам на перевозку сырья. Отыскивают неизвестные y_{hig}, удовлетворяющие условиям:

$$\sum_{h=1}^{H} y_{hig} = \bar{a}_{ig}, \quad i = 1,2,3,\ldots,m; \tag{2.22}$$

$$\sum_{i=1}^{m} y_{hig} \le a_{hg}, \quad h = 1,2,3,\ldots,H; \tag{2.23}$$

$$y_{hig} \ge 0, \quad \begin{matrix} h = 1,2,3,\ldots,H; \\ i = 1,2,3,\ldots,m; \end{matrix} \tag{2.24}$$

$$\sum_{h=1}^{H}\sum_{i=1}^{m}(\bar{t}_{ig}+S_{hig})y_{hig}=\min, \qquad (2.25)$$

где $$\bar{a}_{ig}=\sum_{k}^{e}\bar{a}_{ik}\lambda_{kg}. \qquad (2.26)$$

По результатам решения находят μ_{ig}

$$\mu_{ig}=\hat{\mu}_{ig}-\min_{1\le i\le m}\{\hat{\mu}_{ig}\}, \qquad (2.27)$$

где $\hat{\mu}_{ig}$ - ненормированные коэффициенты экономичности предприятий поставщиков сырья (потенциалы данной транспортной задачи).

4. Осуществляют переход от коэффициентов экономичности по транспортным затратам μ_{ik} к коэффициентам экономичности вариантов предприятий по совокупным затратам μ_{ik}^{r}

$$\mu_{ik}^{r}=c_{ik}^{r}-\mu_{ik}, \quad \begin{matrix} i=1,2,3,\dots,m, \\ r=1,2,3,\dots,R_i. \end{matrix} \qquad (2.28)$$

5. Отбирают наиболее экономичные варианты, включаемые в план.

Решают связующую целочисленную задачу, в которой требуется найти неизвестные z_i^r при условиях

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{r=1}^{R_i}a_{ik}^{r}z_i^{r}\ge\sum_{j=1}^{n}b_{jk}, \quad k=1,2,3,\dots,e; \qquad (2.29)$$

$$\sum_{r=1}^{R_i}z_i^{r}\le 1, \qquad i=1,2,3,\dots,m; \qquad (2.30)$$

$$z_i^{r}=0,1; \qquad (2.31)$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{r=1}^{R_i}\Big(\sum_{k=1}^{e}a_{ik}^{r}c_{ik}^{r}-\sum_{k=1}^{e}a_{ik}^{r}\mu_{ik}^{r}-\sum_{g=1}^{G}a_{ig}^{r}\mu_{ig}'\Big)z_i^{r}=\min, \qquad (2.32)$$

где $a_{ig}^{r}=\sum_{k-1}^{e}a_{ik}^{r}q_{kg}$.

Данная целочисленная задача может быть решена с помощью существующих алгоритмов [11,13,19], из которых наиболее приемлем алгоритм, предложенный В.И.Гохманом [19].

Сущность алгоритма в том, что в начале, на первом этапе по модели (2.29) - (2.32) решается транспортная задача. Переход к следующей итерации по нахождению целочисленного плана связующей задачи осуществляют по методу "коэффициентов интенсивности". Сущность этого метода сводится к следующему. В результате решения транспортной задачи по исходной матрице с мощностями, соответствующими максимально возможным, получается нецелочисленное решение. По результатам этого решения по строкам предприятий исходной матрицы, требующим целочисленности, вычисляют коэффициенты интенсивности (j) как отношение сумм поставок к их мощностям. При этом величина каждого из коэффициентов интенсивности колеблется между 0 или 1.

Среди всех строк ($0 < j < 1$) выбирают ту, которой соответствует наименьший коэффициент интенсивности. Она называется переходной. Для этой строки осуществляется переход на меньшую мощность, что ведет к увеличению затрат и уменьшению ее конкурентоспособности. По преобразованной таким образом исходной матрице проводят следующий расчет на ЭВМ. Новь вычисляют коэффициенты интенсивности. Теперь уже по результатам нового просчета, выбирается очередная переходная строка и т.д. Решение считается доведенным до целочисленности, если все коэффициенты интенсивности равны 0 или 1.

6. Производят прикрепление АБЗ к объектам потребления асфальтобетонной смеси.

Для каждого К определяют неизвестные x_{ijk} при условиях

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ijk} = b_{jk}; \qquad (2.33)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ijk} \leq a_{ik}^{zi}; \qquad (2.34)$$

$$x_{ijk} \geq 0; \qquad (2.35)$$

$$\sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} S_{ijk} x_{ijk} = min. \qquad (2.36)$$

7. Проводят прикрепление асфальтобетонных заводов к сырье-

вым базам.

Решается G транспортных задач, в которых необходимо найти неизвестные y_{hig}, удовлетворяющие условиям

$$\sum_{h=1}^{H} y_{hig} = a_{ig}; \qquad (2.37)$$

$$\sum_{i=1}^{m} y_{hig} \leq Q_{hg}; \qquad (2.38)$$

$$\sum_{h=1}^{H} \sum_{i=1}^{m} S_{hig} y_{hig} = min. \qquad (2.39)$$

В результате находят план перевозок всех видов сырья.

8. По результатам решения транспортных задач прикрепления определяют новые системы коэффициентов μ_{ik}, и если хотя бы в одном из блоков они отличаются от соответствующих коэффициентов, по которым рассчитывали μ_{ik}^{z} (коэффициенты экономичности вариантов предприятий по совокупным затратам) на первой итерации, расчеты должны быть продолжены.

С учетом новых μ_{ik} находят новые μ_{ik}^{z} в соответствующих блоках, где μ_{ik} изменились.

9. Вносят соответствующие изменения в коэффициенты целевой функции задачи (2.23) - (2.26). Повторяют ее решение с измененными значениями коэффициентов. Затем вновь решают транспортные задачи прикрепления и т.д.

2.2.6. Итеративный процесс продолжается до тех пор, пока значение целевой функции транспортной задачи улучшается.

2.3.Исходные данные

2.3.I. Состав необходимой исходной информации для оптимизации стационарных и передвижных АБЗ определяют постановкой задачи и соответствующей экономико-математической моделью (2.I) - (2.I0).

2.3.2. Приведенные затраты по транспортировке материалов в общем виде выражаются формулой

$$П_т = С_т + Е_н \cdot К_т, \qquad (2.40)$$

где $С_т$ - текущие затраты на транспортировку материала, руб./ед.изм., $К_т$ - удельные капитальные вложения в подвижной состав транспорта, руб./ед.изм.; $Е_н$ - нормативный коэф-

фициент экономической эффективности.

Если материал доставляют несколькими видами транспорта (смешанные перевозки), общие приведенные затраты определяют суммированием показателей затрат по отдельным видам транспорта с учетом затрат на производство погрузочно-разгрузочных работ в местах перевалки грузов. Так как перевозку дорожно-строительных материалов осуществляют преимущественно автомобильным и железнодорожным транспортом, то порядок расчета приведенных затрат по этим видам транспорта целесообразно производить на основании Методики ИКТП[1].

При определении приведенных затрат на перевозку материалов автомобильным транспортом общую протяженность маршрута перевозки представляют в виде отдельных участков определенной технической категории в административной значимости. При отсутствии данных о технической категории и административной значимости всех дорог региона разбивку на участки производят пропорционально удельному весу различных типов дорог в общей протяженности их по региону.

Текущие затраты и удельные капитальные вложения в подвижной состав транспорта по маршруту перевозки в целом определяют суммированием этих показателей, расчитанных по отдельным участкам.

Текущие затраты на транспортировку материалов автомобильным транспортом включают затраты транспортных организаций (автомобильная составляющая себестоимости), а также расходы по погрузо-разгрузочным работам.

Расчет этих затрат проводят на основании методики ИКТП. Для каждого конкретного участка маршрута первозки текущие затраты должны быть определены по формуле

$$C_т = (C^{гр}_{дв} + C^{пор}_{дв} + \frac{1-\beta}{\beta} + C^{н}_{дв})\ \ell\ + C_{нк}, \qquad (2.41)$$

где $C^{гр}_{дв}$ – расходы по движенческой операции, зависимые от размеров движения на груженый пробег; $C^{н}_{дв}$ – расходы по движенческой операции, зависящие от размеров движения; β –коэффициент использования пробега, равный отношению груженого

1) Сопоставимые издержки разных видов транспорта при перевозке грузов. ИКТП, Транспорт, 1972.

пробега к общему; l – расстояние перевозки, т.е. длина участка маршрута перевозки определенной технической категории и административной значимости, для которого определяются текущие затраты; $C_{нк}$ – расходы по начально-конечной операции, зависящие и независящие от размеров движения.

Удельные капитальные вложения в подвижной состав автомобильного транспорта учитывают все затраты в подвижной состав, сооружение гаражей, дороги и другие устройства и определяются для конкретного участка маршрута по формуле

$$K = \frac{K^{пс}_{дв}}{\varepsilon_{\beta}} A^{к}_{д} \cdot A^{к}_{у} \cdot l + \left[\left(\frac{K^{г}_{дв}}{\varepsilon} \cdot A^{к}_{д} \cdot A^{к}_{у} \cdot l + \frac{K^{г}_{нк}}{\varepsilon}\right) A_{г} + \frac{K_{дор}}{Г_{дор}} l\right] A_{с} \quad (2.42)$$

где $K^{пс}_{дв}$, $K^{г}_{дв}$ – удельные капиталовложения по движенческой операции соответственно в подвижной состав и гаражи; $K^{пс}_{нк}$, $K^{г}_{нк}$ – удельные капиталовложения по начально-конечной операции соответственно в подвижной состав и гаражи; $K_{дор}$ – стоимость строительства автомобильной дороги в тыс.руб. на 1 км; $A^{к}_{у}$ – коэффициент изменения скорости; $A_{с}$ – коэффициент, учитывающий удорожание стоимости строительства и эксплуатации автомобильных дорог и гаражей по районам; $A^{к}_{д}$ – поправочный коэффициент, учитывающий дорожные условия; $A^{г}$ – коэффициент, учитывающий тип стоянки автомобиля; $Г_{дор}$ – грузонапряженность дороги, т/км; ε – коэффициент использования грузоподъемности.

Составляющие формул (2.41) – (2.42) рассчитывают на основании расходных ставок и поправочных коэффициентов, приведенных в методике ИКТП.

Затраты по перевозке грузов железнодорожным транспортом складываются из затрат по движенческой и начально-конечной операциям и определяют их на основе "Поучастковых показателей приведенных затрат железнодорожного транспорта (на перспективу)[1], разработанных ИКТП.

Транспортные затраты по движенческой операции определяют суммированием поучастковых показателей по всему маршруту следования груза с учетом коэффициентов использования грузоподъем-

1) Поучастковые показатели приведенных затрат железнодорожного транспорта (на перспективу до 1980 г.).-М.:ИКТП, 1974.

ности. Показатели затрат по начально-конечной операции определяют как полусумму затрат начального и конечного узлов.

В связи с тем, что поучастковые показатели разработаны для подвижного состава по перевозке наливных грузов, необходимо производить корректировку этих показателей для перегрузки сухогрузов с учетом изменения стоимости единицы подвижного состава по формуле

$$П = П_I - 0{,}17П_I \left(\frac{C_I}{C_2} - 1 \right), \qquad (2.43)$$

где П – приведенные затраты на первозку сухогрузов по данному маршруту, руб.; C_I и C_2 – соответственно стоимость груза и транспортного средства, руб.

При расчете суммарных приведенных затрат на первозки необходимо также учитывать затраты на погрузо-разгрузочные работы в местах перегрузки материалов. Удельные затраты на одну операцию погрузки со склада в вагон или выгрузки из вагона на склад, а также соответственно погрузки со склада в автомашину и выгрузки из нее на склад определяют по формулам

$$Э_{пв} = \frac{10A_р (Э_н - Э_{зар}) + 10\, A_э\, Э_{зар}}{Р} + A_э(Э_э - Э_{тэ}) +$$

$$+ A_{тэ}Э_{тэ}, \text{ коп./10 т}; \qquad (2.44)$$

$$К_{пв} = \frac{10\, A_р\, (К - К_{об}) + К_{об}}{Р} \text{ коп/10т.} \qquad (2.45)$$

где $Э_н$, $Э_{зар}$ – соответственно эксплуатационные расходы, условно не зависящие от грузооборота и расходы на заработную плату, тыс.руб.; $Э_э$, $Э_{тэ}$ – соответственно эксплуатационные расходы, условно зависящие от грузооборота и расходы на топливо и электроэнергию, коп./10т; $К_{пв}$ капитальные вложения; $A_р$ – – поправочный коэффициент для района строительства; $A_э$ – поправочный районный коэффициент по зарплате; $A_{тэ}$ – районный поправочный коэффициент по электроэнергии и топливу; Р – грузооборот (сумма погрузки со склада и выгрузки на

склад), тыс.т; К, $К_{об}$ – соответственно стоимость строительства и стоимость оборудования, тыс.руб.,

2.3.3. Годовые приведенные затраты на производство асфальтобетонной смеси определяют по формуле

$$П = С + Е_{н}К, \qquad (2.46)$$

где С – текущие затраты на производство, руб/т; Т – удельные капиталовложения в АБЗ, руб./т; $Е_{н}$ – нормативный коэффициент экономической эффективности.

При определении предстоящих удельных капитальных вложений в стационарный АБЗ используют зависимость [17]

$$К_{уд} = 12 + \frac{600}{N}, \text{ руб.}, \qquad (2.47)$$

где N – производственная мощность АБЗ, т/ч.

Себестоимость производства асфальтобетонных смесей на АБЗ определяют по зависимости

$$С_{ст} = (0,3 + \frac{85}{N}) - С_{мр}, \qquad (2.48)$$

где $С_{мр}$ – стоимость материалов, руб.

2.3.4. Себестоимость производства асфальтобетонной смеси на передвижных АБЗ [17]

$$С_{п} = (8 + \frac{30}{N}) - С_{мр}, \qquad (2.49)$$

где $С_{мр}$ – стоимость материалов, руб.

При определении удельных капитальных вложений в передвижной АБЗ используют зависимость

$$К_{уд} = 12 + \frac{160}{N}, \qquad (2.50)$$

2.3.5. Затраты на передислокацию передвижного АБЗ определяют по формуле

$$З_{п} = З_{дм} + (З_{зп} + З_{тек}) + З_{м}, \text{ руб./год}, \qquad (2.51)$$

где $З_{дм}$ – затраты на демонтаж оборудования; $З_{зп}$ – затраты на зарплату рабочим при перевозке оборудования;

$З_{тек}$ – затраты на транспортировку оборудования; $З_{м}$ – затраты на монтаж.

2.3.6. Затраты на производство каменных материалов определяют по зависимостям [18]

для крупных промышленных предприятий (карьеров)

$$К_{пром} = 7{,}23 + \frac{3040}{N}, \qquad (2.52)$$

$$С^{щеб}_{пром} = 3{,}68 + 25{,}53\ \frac{1}{N} - 1{,}59\ К_{вых}\ ; \qquad (2.53)$$

для промышленных предприятий (дробильно-сортировочных фабрик)

$$К_{фабр} = 2{,}68 + \frac{532}{N} + 3{,}56\ К_{вск} \qquad (2.54)$$

$$С^{щеб}_{фабр} = 3{,}68 + 25{,}53\ \frac{1}{N} - 1{,}59\ К_{вых}; \qquad (2.55)$$

для притрассовых карьеров

$$К_{притр} = 1{,}83 + 19{,}53\ \frac{81}{N}\ ; \qquad (2.56)$$

$$К^{щеб}_{притр} = 6{,}63 + 5{,}70\ \frac{1}{N} - 3{,}53\ К_{вых}; \qquad (2.57)$$

$$С^{пгс}_{притр} = 1{,}33 + 10{,}38\ \frac{1}{N} - 0{,}81\ К_{вых}; \qquad (2.58)$$

где $К_{пром}$, $К_{фабр}$, $К_{притр}$ – удельные капитальные вложения в крупные промышленные предприятия, дробильно-сортировочные фабрики, притрассовые предприятия, руб./м^3; $С^{щеб}_{фабр}$, $С^{щеб}_{притр}$, $С^{пгс}_{притр}$ – себестоимость производства щебня, песчано-гравийной смеси; N – мощность предприятия, тыс.м^3; $К_{вых}$ – коэффициент выхода готовой продукции; $К_{вск}$ – коэффициент вскрыши.

2.3.7. Потребности в асфальтобетонной смеси. Определяют удельными нормами расхода и объемом выполняемых работ. Нормы расхода асфальтобетонной смеси принимают в соответствии с утвержденными нормативными документами.

Перечень объектов-потребителей и соответствующий им объем работ определяют на основе годовых и пятилетних планов строительства, реконструкции и ремонта автомобильных дорог области

(края), а также расчетным путем по межремонтным срокам производства работ на автодорогах региона.

3. МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АБЗ В УСЛОВИЯХ НЕОДНОЗНАЧНОЙ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ

3.I. Формирование сочетаний исходных данных для задачи оптимизации развития и размещения АБЗ в условиях неоднозначной информации

3.I.I. По экономическому содержанию и способу учета в экономико-математических моделях верхнего и нижнего уровня исходная информация необходимая для оптимизации комплексного развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ делится на натуральные, экономические и технологические показатели.

3.I.2. За натуральные показатели, представленные коэффициентами ограничений линейной детерминированной модели, принимают потребность в различных видах сырья, предельно возможные размеры его производства (каменных материалов, битума, минерального порошка, песка), объемы производства асфальтобетонной смеси.

3.I.3. Экономические показатели, учитывающиеся в виде коэффициентов функционала модели, характеризуют удельные приведенные затраты по сравниваемым вариантам развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ.

3.I.4. К технологическим показателям необходимо отнести удельный расход сырья на производство асфальтобетонной смеси, выход асфальтобетонной смеси, режимные нормативы работы АБЗ. Эти показатели имеют наименьшую погрешность и при оптимизации рассматриваемой системы эти показатели учитывают в виде матрицы условий модели.

3.I.5. По натуральным и экономическим показателям, которые имеют значительную степень погрешности, влияющую на точность оптимального решения задачи, формируется представительный набор реально возможных сочетаний исходных данных [13].

3.I.6. Под набором сочетаний исходных данных понимают множество реализаций будущих условий развития и размещения стаци-

онарных и передвижных асфальтобетонных заводов.

3.I.7. Представительный набор сочетаний исходных данных формируют с использованием метода статистических испытаний. При этом значения всех варьируемых коэффициентов функционала и ограничений модели выбирают с помощью датчика случайных чисел на ЭВМ, но с учетом характера изменений этих величин. Например, если искомая непрерывная величина показателя находится в пределах от А до В, т.е. задан только диапазон применения случайной величины (минимум и максимум возможного значения), то принимается равномерный закон распределения на отрезке А, В.

Если наряду с диапазоном изменения известна предпочтительность (большая вероятность) каких-то значений случайной величины, то (согласно принципу максимума энтропии [8]) гипотезой о виде закона является либо бета-распределение с положительной или отрицательной ассиметрией, когда наиболее вероятное значение величины располагается в первой или последней трети интервала ее изменения, либо нормальное (симметричное бета-распределение) - при попадании наиболее вероятного значения величины в середину диапазона возможных значений.

3.I.8. При достаточно большом числе сочетаний исходных данных формируется весь диапазон возможных значений каждой отдельной компоненты исходных данных.

3.I.9. Полученную методом статических испытаний совокупность сочетаний исходных данных, для сокращения времени дальнейших расчетов на ЭВМ с помощью метода распознавания образцов (таксономии) необходимо заменить меньшей по объему совокупностью С этой целью полученная статистическим путем совокупность случайных сочетаний исходных данных М "рассортировывается" по заданному числу N однородных групп.

Для этого каждое сочетание интерпретируется как точка в многомерном пространстве, координаты которой определяются случайными значениями коэффициентов функционала модели и вектора ограничений [4].

Метод основан на предложении, что однородным сочетаниям соответствуют близкие точки в пространстве.

В качестве меры близости ($d_{m,m'}$) между двумя случайными сочетаниями ($P_m, P_{m'}$) в алгоритме распознавания

используют евклидово расстояние между двумя точками в одномерном пространстве

$$d_{m,m'} = d(P_m, P_{m'}) = \left| \sum_{k=1}^{n} l^k \left(P_m^k - P_{m'}^k\right)^2 \right|^{1/2}, \qquad (3.I)$$

где P_m^k, $P_{m'}^k$ – численные значения k-й координаты (признака) случайных сочетаний; l^k – нормирующий (весовой) коэффициент k-го признака.

Итеративный процесс группировки осуществляется таким образом, чтобы мера близости (расстояние) между сочетаниями, принадлежащими разным группам, была максимальной, а между сочетаниями внутри групп – минимальной.

3.I.IO. Алгоритм распознавания образов в задаче группировки случайных векторов в заданное количество групп выглядит следующим образом. Предположим, что первые N случайных сочетаний исходного множества M образуют центры искомых групп.

Используя меру связи (3.I), определяют матрицу $\mathcal{D}^{(N)} = \|d_{m,m'}\|$ взаимных расстояний между центрами групп. Матрица $\mathcal{D}^{(N)}$ размерности $N \times N$ (по числу групп), симметричная с нулевыми диагональными элементами.

Пусть имеем сочетания $P_{N+1}, P_{N+2}, \ldots, P_M$, тогда

I. Определим минимальный элемент матрицы $\mathcal{D}^{(N)}$. Пусть

$$d'_{m,m'} = \min_{m,m'} d_{m,m'}.$$

2. Для сочетания (вектора) P_{N+1} определим меру связи с каждым из N сочетаний – центров групп, т.е. найдем вектор

$$d^{N+1} = (d_1^{N+1}, d_2^{N+1}, \ldots, d_N^{N+1}).$$

3. Определим наименьшее расстояние

$$d_k^{N+1} = \min d_i^{N+1}, \quad i = 1, 2, \ldots, N;$$

а) если $d_k^{N+1} \leqslant d'_{m,m'}$, то сочетания P_K, P_{N+1} образуют группу E_K.

В качестве центра группы берут сочетание P, а также запоминают число элементов (h_k) в группе E_K, равное 2. На вход поступает сочетание P_{N+2}. Управление передается в п.2;

б) если $d'_{\bar{m},\bar{m}_1} < d_k^{N+1}$, то группу $E_{\bar{m}}$ образуют сочетания $P_{\bar{m}}$, $P_{\bar{m}_1}$. В качестве центра группы принимают сочетание $P_{\bar{m}}$. На месте $P_{\bar{m}_1}$ запоминают P_{N+1}, а также фиксируют $h_{\bar{m}}$, равное 2. Производится корректировка матрицы $\mathcal{D}^{(N)}$, на вход поступает

следующее по порядку сочетание. Управление передается в п. 1.

На последующих шагах возможно объединить две найденные ранее группы E_ρ , E_k^ρ ($h_\rho, h_k \geqslant 2$) в одну. Если $h_k > h_\rho$, то в качестве центра объединенной группы принимают представитель группы E_k, и наоборот. Этим достигают смещение центров в группы с наибольшим числом элементов.

В результате группировки выявляют N характерные сочетания исходных данных, обладающие тем свойством, что они равномерно рассредоточены на исходном множестве М. Полученные таким способом случайные сочетания исходных данных N рассматривают как возможные условия процесса развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ. Данный набор случайных сочетаний исходных данных N является имитацией множества возможных условий развития системы. Получение набора N оптимальных решений - дальнейший этап процесса оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ.

3.2. Принятие решений при перспективном планировании развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ

3.2.1. После выбора представительного множества N условий развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ методами статистических испытаний и распознавания образов по детерминированной двухуровневой модели (2.1)-(2.10) на ЭВМ находят для каждого условия оптимальное решение в соответствии с алгоритмом, описанным в п. 2.2.

3.2.2. Полученные в результате расчетов значения функционалов сводятся в диагональную матрицу, строки которой оптимальные варианты, а столбцы - сочетания исходных данных.

3.2.3. На основе диагональной матрицы значений функционалов для имитации реального процесса приспособления каждого варианта размещения и развития стационарных и передвижных АБЗ к различным условиям по формуле (3.2) формируется матрица

суммарных затрат на развитие и адаптацию системы (табл. 3.1).

$$З_{r}^{n} = \Psi_{r} B^{n}, \qquad (3.2)$$

где Ψ_{r} - вектор экономико-математических оценок варианта;
B_{n} - вектор ограничений (сочетания условий).

Полученная матрица суммарных затрат позволяет перейти к заключительному этапу оптимизации развития и размещения АБЗ в условиях неопределенности (неоднозначности информации) - определению показателей экономического риска и выбору лучшего варианта развития системы.

3.2.4. Показатели экономического риска характеризуют дополнительные затраты, которые имеют в данных условиях рассматриваемый вариант по сравнению с вариантом, оптимальным при тех же условиях. Существование таких показателей обусловлено тем, что каждый вариант развития и размещения асфальтобетонных заводов оптимален лишь при определенных условиях, а в остальных случаях дает перерасход затрат по сравнению с другими вариантами.

В общем виде показатели затрат экономического риска вычисляют по матрице суммарных затрат. При каждом сочетании исходных данных (т.е. по столоцу матрицы) определяют минимальное значение затрат, которым является значение функционала Φ_{rn}^{n} варианта r_{n}, оптимального при этом сочетании.

Найденную величину вычитают последовательно из всех элементов рассматриваемого столбца матрицы суммарных затрат. В результате определяют элементы новой матрицы - матрицы экономического ущерба (риска) (табл. 3.2).

Элементы матрицы экономического риска складываются из двух составляющих - экономии или перерасхода затрат на приспособление данного варианта к рассматриваемым условиям ($\Delta З_{r}^{n}$) и положительной или отрицательной разности функционалов данного варианта и варианта, оптимального в рассматриваемых условиях. Эти элементы определяют по формуле

$$\lambda_{r}^{n} = З_{r}^{n} - \Phi_{rn}^{n} = \Delta_{rn}^{n} + \left(\Phi_{r}^{nr} - \Phi_{rn}^{n}\right) \geqslant 0 \qquad (3.3)$$

Таблица 3.I

Матрица суммарных затрат на развитие и адаптацию системы

Оптимальные варианты	Сочетание исходных данных					
	B_1	B_2	...	B_n	....	B_N
X_I	Φ_1^1	$3_1^2=\Phi_1^1\pm\Delta 3_1^2$	...	$3_1^N=\Phi_1^1\pm\Delta 3_1^N$	...	$=3-\Phi$
X_2	$3_2^1=\Phi_2^2\pm\Delta 3_2^1$	Φ_2^2		$3_2^n=\Phi_2^2\pm\Delta 3_2^n$	...	$3_2^N=\Phi_2^2\pm\Delta 3_2^N$
...	...	...	...	...	...	...
X_r	$3_r^1=\Phi_r^n\pm\Delta 3_r^1$	$3_r^2=\Phi_r^n\pm\Delta 3_r^2$	...	Φ_r^n	...	$3_r^N=\Phi_r^n\pm\Delta 3_r^N$
...	...	...	...	...	...	...
X_R	$3_R^1=\Phi_R^N\pm\Delta 3_R^1$	$3_R^2=\Phi_R^N\pm\Delta 3_R^2$	...	$3_r^n=\Phi_R^N\pm\Delta 3_r^n 3$	...	Φ_r^N

Таблица 3.2

Матрица значений экономического ущерба

Оптимальные варианты	Сочетания исходных данных					
	B_I	B_2	...	B_n	...	B_N
X_I	$0 \quad =$	$\lambda_1^2=3_1^2-\Phi_2^2$	...	$\lambda_1^n=3_1^n-\Phi_r^n$	...	$\lambda_1^N=3_1^N-\Phi_R^N$
X_2	$\lambda_2^1=3_2^I-\Phi_I^I$	0	...	$\lambda_2^n=3_2^n-\Phi_r^n$	...	$\lambda_2^N=3_2^N-\Phi_R^N$
...		...	...	...	...	...
X	$\lambda_r^1=3_r^I-\Phi_I^I$	$\lambda_2^2=3_r^2-\Phi_2^2$	...	0	...	$\lambda_r^N=3_r^N-\Phi_R^N$
...		...	...	...	...	...
X	$\lambda_R^1=3_R^I-\Phi_I^I$	$\lambda_R^2=3_R^2-\Phi_2^2$	...	$\lambda_R^n=3_R^n-\Phi_r^n$	...	0

В целом все элементы матрицы рисков неотрицательны ($\geqslant 0$) по самому способу их вычисления.

Указанными преобразованиями, таким образом, в каждом столбце матрицы суммарных затрат элиминируется та минимальная составляющая затрат Φ^{n}_{zh} , которая обусловлена спецификой соответствующего сочетания исходных данных.

3.2.5. Матрица экономического ущерба содержит принципиально новую информацию о поведении данной экономической системы в условиях неопределенности, и представляет собой обобщенную характеристику возможных экономических последствий от незнания будущих условий развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ. Она является основой для сравнения вариантов развития и размещения АБЗ в условиях неопределенности.

3.2.6. Сформированная матрица значений экономического ущерба подвергается анализу с применением следующих критериев принятия решений:

$$\lambda^{-(1)} = \min_{z} \frac{\sum_{n=1}^{N} \lambda_z^n}{N} \qquad (3.4)$$

критерий Лапласа, по которому выбирается вариант, имеющий наименьшее среднее значение экономического ущерба;

$$\lambda^{(2)} = \min_{z} \max_{n} \lambda_z^n$$

критерий Сэвиджа (минимального риска);

$$\lambda^{(3)} = \alpha \lambda_z^{(1)} + (1+\alpha)\alpha_z^{(2)} \longrightarrow \min$$

модифицированный критерий Гурвица.

3.2.7. Применение критериев теории принятия решений позволит получить из множества решений о развитии и размещении стационарных и передвижных АБЗ компактную группу оптимальных, практически равноэкономичных вариантов, которые являются результатом решения данной задачи формальными методами.

3.2.8. Из группы оптимальных равноэкономичных вариантов единственный реализуемый вариант выбирают с привлечением не поддающихся формализации факторов и неэкономических соображений, но с учетом соответствующих величин экономического ущерба.

4. ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АБЗ МИНАВТОДОРА РСФСР В МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА 1981-1985 ГОДЫ

4.1. В настоящее время в Московской обл. действуют 50 стационарных асфальтобетонных заводов Минавтодора РСФСР, из которых 30 АБЗ принадлежат Мосавтодору и 20-объединению "Росавтомагистраль"[1]. Передвижных АБЗ на территории области нет (рис. 2).

4.2. Асфальтобетонные заводы Минавтодора РСФСР размещены в большинстве районов Московской обл. Причем в 12 районах дислоцируются 2 и более АБЗ.

4.3. Суммарная мощность действующих АБЗ на 1.01.79 равна 2509, 2 тыс.т в год. Произведено асфальтобетонной смеси за 1978 г. 1587,7 тыс.т. Недоиспользование производственных мощностей составило около 38%. Из общего количества асфальтосмесителей, которыми оснащены действующие АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл. 44% составляют устаревшие МГ и Г-1. Этими малоэффективными смесителями произведено около 29% асфальтобетонной смеси, выпущенной в 1978 г. в Московской обл.

4.4. Цель задачи оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ Минавтодора в Московской обл. на 1981-1985 гг. - построение перспективного плана размещения и развития стационарных и передвижных предприятий, построение рациональной схемы прикрепления АБЗ к поставщикам сырья при минимальных суммарных приведенных затратах на производство, транспортировку асфальтобетонной смеси и сырья для ее производства в условиях однозначно заданной исходной информации.

4.5. При решении задачи были рассмотрены 48 действующих асфальтобетонных заводов, 30 из которых находятся в ведении Мосавтодора, а 18 - объединения "Росавтомагистраль". Рассмотрены также 15 возможных пунктов размещения заводов, 29 предприятий - поставщиков щебня, 27-поставщиков песка.

Поставщики битума и минерального порошка в задаче не рассматривались, в силу того,что поставки этих фондируемых мате-

---

1) Данные на 1.01.1979.

риалов незначительно влияют на размещение асфальтобетонных заводов Московской обл.

4.6. В задаче объекты-потребители асфальтобетонной смеси - участки автомобильных дорог общегосударственного, республиканского, областного и местного значения в Московской обл., подлежащие строительству, капитальному, среднему и текущему ремонту в соответствии с определенными межремонтными сроками. Объекты строительства и капитального ремонта автомобильных дорог, находящихся в ведении Мосавтодора, взяты в соответствии с титульными списками плана строительства, реконструкции и капитального ремонта на 1981-1985 гг. в Московской обл.

Как объекты среднего и текущего ремонта дорог Мосавтодора рассмотрены агрегированные потребители прикрепленные к районным центрам, которые, как правило, центры сосредоточения подобных работ.

В качестве объектов-потребителей асфальтобетонной смеси автомобильных дорог объединения "Росавтомагистраль" были приняты агрегированные потребители, прикрепленные к участкам дорог, обслуживаемых АБЗ этого объединения.

4.7. Потребность в асфальтобетонных смесях организаций Минавтодора РСФСР в Московской обл. за 1981-1985 гг. составит 12245,0 тыс.т. По сравнению с 1978 г. производство асфальтобетонной смеси в 1985 г. возрастет на 80% и составит 2861,0 тыс.т.

4.8. Особенность асфальтобетонных заводов, как известно, заключается в их отношении к предприятиям, производящим продукцию с ограниченной дальностью транспортирования. В задаче оптимизации развития и размещения АБЗ максимальная дальность возки асфальтобетонной смеси, учитывая существующие условия транспортирования в Московской обл., принята равной 60 км.

4.9. В оптимальный план развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ в 1981 г. вошли 18 предприятий, из которых 2 передвижных (табл.4.1 - 4.3). Подлежат реконструкции 8 АБЗ, строительство новых заводов намечено в пяти пунктах.

Таким образом, на 1981 г. запланирована реорганизация существующей в Московской обл. сети асфальтобетонных заводов. Производство асфальтобетонной смеси концентрируется на девяти крупных АБЗ, производительность которых превышает 100 т/ч, и

достигает 150 т/ч (АБЗ в г.Чехове, на ст.Румянцево). Этими предприятиями намечено в 1981 г. удовлетворить около 77% потребности в асфальтобетонной смеси организаций Минавтодора в Московской обл.

Ряд АБЗ, оборудованных устаревшими смесителями типа МГ, Г-1, Д-325 в соответствии с планом должны быть закрыты. Смесители типа Д-508-2А, Д-597-А, Д-597 асфальтобетонных заводов, не вошедших в оптимальный план, были использованы для наращивания мощностей АБЗ, требующих реконструкции.

Планом 1981 г. предусмотрено наращивание мощности АБЗ, размещенных в дер.Надеждино, дер.Дмитряково, г.Чехове, дер.Часцах, на ст.Купавна. Для этого были использованы смесители типа Д-597, Д-597-А соответственно заводов, функционирующих в настоящее время на ст.Лобня, в г.Солнечногорске, дер.Н.Кузьменки, дер.В.Велино, дер.Наро-Осаново.

4.10. Процесс концентрации производства асфальтобетонной смеси оправдан экономически и технологически. На крупных АБЗ резко снижена себестоимость производства асфальтобетонной смеси и удельных капитальных вложений. Для этих предприятий, характерна высокая технологическая дисциплина с налаженным техническим контролем, что ведет к повышению качества асфальтобетонной смеси и, как следствие, качества дорожного строительства.

4.11. В соответствии с оптимальным планом в 1981 г. в Шаховском и Орехово-Зуевском районах вступят в действие 2 передвижных АБЗ типа ДС-79 производительностью 25 т/ч. (табл. 4.4).

4.12. При составлении рациональной схемы поставок сырья АБЗ Минавтодора РСФСР Московской обл. были использованы "Рекомендации по рациональному размещению и развитию предприятий по производству каменных материалов треста "Росдорстройматериалы" на 1976-1990 гг.", разработанные Гипродорнии [18].

4.13. Расчеты показали неэффективность размещения крупных АБЗ при промышленных карьерах каменных материалов, расположенных в дер.Лишняги, дер.Козлово. Только при Храбровском карьере в оптимальный план включен АБЗ производительностью 60 т/ч.

4.14. Реализация предлагаемого плана развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл. на 1981 г. потребует капиталовложений в строительство пред-

приятий в размере 2275,73 тыс.руб. и реконструкцию - 3717,73 тыс.руб. (табл. 4.7).

4.15. В 1982 г. в соответствии с оптимальным планом происходит дальнейшая концентрация производства асфальтобетонной смеси. Мощности АБЗ в г.Луховицах, дер.Часцах достигают 252 тыс.т в год (150 т/ч.). Асфальтобетонные заводы в г.Талдоме и дер.Доршево подлежат закрытию, а их смесители типа Д-597 использованы для наращивания мощностей на указанных предприятиях.

В целом на большинстве АБЗ происходит увеличение выпуска продукции за счет более полного использования мощностей по сравнению с 1981 г. В 1982 г. передвижные заводы, начавшие функционирование в 1981 г., передислоцируются в дер.Судислово Шаховского р-на, в дер.Подрядниково Егорьевского р-на. Осуществление данных мероприятий потребует в 1982 г. капиталовложений в размере 429,61 тыс.руб.

4.16. Рост потребности в асфальтобетонной смеси в 1983 г. вызвал необходимость прироста производственных мощностей АБЗ в г.Чехове , пос.Поварово, на станциях Бронницы и Румянцево. Для наращивания мощностей первых трех заводов были использованы смесители (типа Д-597, Д-597-А, Д-508-2А) АБЗ, не вошедших в план 1981-1985 гг. и размещенных в настоящее время на ст.Львовская,в дер.Ошенево, г.Истре.

В 1983 г. передвижные заводы передислоцируются в дер.Михалево (Лотошинский р-н), в дер.Пышлицы (Шатурский р-н) соответственно на 21 и 45 км. Для обеспечения возросшего по сравнению с 1982 г. на 7% спроса на асфальтобетонную смесь потребуется капиталовложений в размере 907,13 тыс.руб.

4.17. По оптимальному плану в 1984 г. подлежат реконструкции два асфальтобетонных завода, размещенных в дер.Дмитряково и г.Ивантеевке. Их годовая мощность возрастет соответственно до 210 и 167 тыс.т в год. (125 и 100 т/ч.). Для наращивания мощностей Дмитряковского АБЗ был использован смеситель типа Д-508-2А АБЗ в пос.Щурово, рекомендованный перспективным планом к закрытию.

Первый передвижной АБЗ в 1984 г. перемещается в дер.Ошейкино (Лотошинский р-он), второй - в дер.Семеновскую (Шатурский р-н).

Для реализации перспективного плана в 1984 г. необходимо освоить капитальные вложения на сумму 431,37 тыс.руб.

4.18. Потребность организаций Минавтодора РСФСР в асфальтобетонной смеси к 1985 г. возрастает по сравнению с 1984 г. на 11% и составит 2861 тыс.т. На основании этого оптимальным планом к 1985 г. намечено довести мощность заводов, размещенных в г.Ивантеевке, г.Хотьково, дер.Надеждино, на ст.Румянцево, соответственно до 252, 167, 252, 419 тыс.т. в год. Предприятиями, с производительностью свыше 150 т/ч, будет произведено около 66% асфальтобетонной смеси, в то время как в 1984 и 1981 гг. этот показатель равен соответственно - 51 и 22% (рис. 3).

Увеличение мощности асфальтобетонных заводов, в свою очередь, изменило структуру потребления нерудных материалов для производства асфальтобетонной смеси. Если в 1981 г. доля межобластных поставок составила 22% от общего количества поставляемого на АБЗ щебня, то к 1985 г. она увеличивается до 30% за счет поставок Лосненского карьера Смоленской обл.

В 1985 г. первый передвижной АБЗ не передислоцируется, второй передвижной завод перемещается в пос.Туголесский Бор (Шатурский р-н). Для реализации оптимального плана в 1985 г. потребуются капиталовложения в размере 1081, 15 тыс.руб.

4.19. Решение задачи развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ Минавтодора в Московской обл. на 1981-1985 гг. показало эффективность комплексного использования обоих типов АБЗ. Наряду с тенденцией к концентрации производства асфальтобетонной смеси на крупных заводах, наблюдается тенденция применения передвижных предприятий.

4.20. Суммарный экономический эффект от использования двух передвижных АБЗ в пяти районах Московской обл. за 1981-1985 гг. составил 341,23 тыс.руб.

4.21. Реализация разработанного оптимального плана развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов Минавтодора РСФСР в Московской обл. на 1981-1985 гг. потребует капиталовложений по годам соответственно — 5993,46; 429,61; 907,13; 431,37; 1081,15 тыс.руб.

4.22. Экономический эффект от внедрения предлагаемого оптимального плана комплексного развития и размещения АБЗ в Москов-

ской обл. может быть получен:

от разработки рациональной схемы первозок асфальтобетонной смеси;

от разработки рациональной схемы перевозок сырья к асфальтобетонным заводам;

от концентрации производства асфальтобетонной смеси на более крупных АБЗ;

от использования передвижных АБЗ.

Суммарный экономический эффект от внедрения оптимального плана развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл. по годам пятилетки составит соответственно - 526,75; 569; 606,75; 669,24; 743,86 тыс.руб.

Оптимальный план развития и размещения стационарных АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл. на 1981-1985 гг.

Таблица 4.1

Наименование пунктов размещения АБЗ (районы)	Мощность АБЗ, тыс.т/год					Объем производства, тыс.т/год				
	1981	1982	1983	1984	1985	1981	1982	1983	1984	1985
дер.Дмитряково (Клинский)	167,0	167,0	167,0	210,0	210,0	150,0	165,0	162,0	210,0	184,0
г.Ивантеевка (Пушкинский)	84,0	84,0	84,0	167,0	252,0	84,0	84,0	84,0	167,0	231,0
ст.Купавна (Ногинский)	167,0	167,0	167,0	167,0	167,0	150,0	167,0	163,0	167,0	167,0
г.Луховицы	210,0	252,0	252,0	252,0	252,0	210,0	252,0	252,0	239,0	252,0
г.Талдом	42,0	-	-	-	-	39,0	-	-	-	-
г.Хотьково (Загорский)	84,0	84,0	84,0	84,0	167,0	83,0	84,0	84,0	80,0	150,0
г.Чехов	252,0	252,0	239,0	239,0	293,0	247,0	252,0	286,0	291,0	264,0
ст.Бронницы (Раменский)	167,0	167,0	252,0	252,0	252,0	136,0	167,0	242,0	252,0	252,0
дер.Дорошево (Клинский)	42,0	-	-	-	-	38,0	-	-	-	-
ст.Михнево (Ступинский)	167,0	167,0	167,0	167,0	167,0	134,0	167,0	167,0	167,0	167,0
дер.Надеждино (Дмитровский)	167,0	167,0	167,0	167,0	252,0	163,0	166,0	160,0	161,0	251,0
пос.Поварово(Солнечногорский)	42,0	42,0	84,0	84,0	84,0	39,0	42,0	68,0	84,0	81,0
ст.Румянцево (Истринский)	252,0	252,0	293,0	293,0	419,0	223,0	252,0	288,0	290,0	405,0
пос.Серебряные Пруды	42,0	42,0	42,0	42,0	42,0	31,0	42,0	42,0	30,0	42,0
дер.Храброво (Можайский)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	93,0	100,0	89,0
дер.Часцы (Одинцовский)	210,0	252,0	252,0	252,0	252,0	196,0	252,0	252,0	252,0	223,0

Оснащенность смесительным оборудованием АБЗ Минавтодора РСФСР по оптимальному плану на 1981-1985 гг.

Таблица 4.2

Наименование пунктов размещения АБЗ (районы)	1981	1982	1983	1984	1985
1	2	3	4	5	6
дер.Дмитряково (Клинский)	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х3 Д-6I7-2	(Д-597-А)х3 Д-6I7-2
г.Ивантеевка (Пушкинский)	Д-6I7-2	Д-6I7-2	Д-6I7-2	(Д-6I7-2)х2	(Д-6I7-2)х3
ст.Купавна (Ногинский)	(Д-508-2А)х2 (Д-597-2)х2	(Д-508-2А)х2 (Д-597-2)х2	(Д-508-2А)х2 (Д-597-2)х2	(Д-508-2А)х2 (Д-597-2)х2	(Д-508-2А)х2 (Д-597-2)х2
г.Луховицы	Д-508-2А Д-597-А Д-6I7-2	Д-508-2А Д-597-А (Д-6I7-2)х2	Д-508-2А Д-597-А (Д-6I7-2)х2	Д-508-2А Д-597-А (Д-6I7-2)х2	Д-508-2А Д-597-А (Д-6I7-2)х2
г.Талдом	Д-597	-	-	-	-
г.Хотьково (Загорский)	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2 Д-6I7-2
г.Чехов	(Д-508-2А)х2 Д-642-2	(Д-508-2А)х2 Д-642-2	(Д-508-2А)х3 Д-642-2	(Д-508-2А)х3 Д-642-2	(Д-508-2А)х3 Д-642-2
ст.Бронницы (Раменский)	Д-645-2	Д-645-2	Д-642-2	Д-642-2	Д-642-2
дер.Доршево (Клинский)	Д-597	-	-	-	-
ст.Михнево (Ступинский)	Д-645-2	Д-645-2	Д-645-2	Д-645-2	Д-645-2
дер.Надеждино (Дмитровский)	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 Д-6I7-2	(Д-597-А)х2 (Д-6I7-2)х2
пос.Поварово (Солнечногорский)	Д-508-2А	Д-508-2А	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2	(Д-508-2А)х2
ст.Румянцево (Истринский)	(Д-597-А)х2 Д-645-2	(Д-597-А)х2 Д-645-2	(Д-597-А)х3 Д-645-2	(Д-597-А)х3 Д-645-2	(Д-597-А)х3 Д-645-2, Д-6I7-2
пос.Серебряные Пруды	Д-597	Д-597	Д-597	Д-597	Д-597

Продолжение таблицы 4.2

I	2	3	4	5	6
дер.Храброво (Можайский)	(Д-597-А)х2	(Д-597-А)х2	(Д-597-А)х2	(Д-597-А)х2	(Д-597-А)х2
дер.Часцы (Одинцовский)	Д-645-2 (Д-508-2А)х2	Д-645-2 (Д-508-2А)х2	Д-645-2 (Д-508-2А)х2	Д-645-2 (Д-508-2А)х2	Д-645-2 (Д-508-2А)х2

Схема обслуживания районов Московской обл. стационарными АБЗ по оптимальному плану 1981-1985 гг.

Таблица 4.3

Наименование пунктов размещения АБЗ	Наименование районов
дер. Дмитряково	Клинский
г. Ивантеевка	Пушкинский, Щелковский, Мытищинский
ст.Купавна	Ногинский, Балашихинский, Люберецкий Ленинский, Павлово-Посадский
г. Луховицы	Луховицкий, Зарайский, Коломенский, Озерский, Егорьевский
г. Хотьково	Загорский, Пушкинский
г. Чехов	Чеховский, Подольский, Серпуховский
ст.Бронницы	Раменский, Воскресенский, Ступинский Орехово-Зуевский
ст. Михнево	Ступинский, Домодедовский, Каширский
дер. Надеждино	Дмитровский, Талдомский
пос. Поварово	Солнечногорский, Химкинский, Красногорский
ст. Румянцево	Истринский, Волоколамский, Рузский, Красногорский
пос. Серебряные Пруды	Серебряно-Прудский, Каширский
дер. Храброво	Можайский, Наро-Фоминский
дер. Часцы	Одинцовский, Рузский, Наро-Фоминский, Ленинский

Оптимальный план
развития и размещения передвижных АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл. на 1981-1985 гг.

Таблица 4.4

Марка передвижного завода	Мощность, тыс.т. в год	Пункты передислокации (районы)				
		1981	1982	1983	1984	1985
ДС-79	42,0	дер.Игнатково (Шахтинский)	дер.Судислово (Шаховский)	дер.Михалево (Лотошинский)	дер.Ошейкино (Лотошинский)	дер.Ошейкино (Лотошинский)
ДС-79	42,0	дер.Слободищи (Орехово-Зуевский)	дер.Подрядниково (Егорьевский)	дер.Пышлицы (Шатурский)	дер.Семеновская (Шатурский)	пос.Туголесский Бор (Шатурский)

Оптимальный план поставок щебня на АБЗ Минавтодора РСФСР
в Московской обл. на 1981–1985 гг.

Таблица 4.5

Наименование пунктов размещения АБЗ (районы)	Наименование поставщиков щебня	Объем поставок, тыс.т				
		1981	1982	1983	1984	1985
1	2	3	4	5	6	7
дер.Дмитряково (Клинский)	г.Питкяранта	15,0	15,0	15,0	17,0	17,0
	карьер Митина гора	10,8	12,5	12,1	15,3	10,0
	г.Руза	9,3	10,0	10,0	10,0	9,3
	ст.Пирогово	4,0	6,8	5,2	12,3	18,0
г.Ивантеевка (Пушкинский)	карьер Митина гора	7,8	7,8	7,8	14,8	15,0
	г.Кузнечное	14,0	14,0	14,0	20,0	20,0
	г.Хотьково	-	-	-	12,0	12,2
	дер.Козлово	-	-	-	-	13,1
ст. Купавна (Ногинский)	г.Кузнечное	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8
	дер.Лазарево	10,5	10,5	10,9	10,9	10,9
	г.Хотьково	13,0	13,5	13,1	13,1	13,1
	г.Коломна	-	5,0	4,2	5,5	5,5
г.Луховицы	г.Пермь	20,0	25,0	25,0	25,0	24,3
	г.Коломна	12,0	18,0	18,0	18,0	18,7
	г.Кузнечное	12,2	12,5	12,5	11,2	12,5
	дер.Поленово	10,4	10,0	10,0	9,3	10,0

Продолжение табл. 4.5

1	2	3	4	5	6	7
г.Хотьково (Загорский)	г.Хотьково	I5,6	I5,6	I5,6	I5,8	20,5
	Дмитровский з-д МЖБК	4,5	5,0	5,0	5,0	7,0
	дер.Лазаревское	-	-	-	-	II,0
г.Чехов	г.Алексин	I0,0	I0,0	I6,0	I6,0	I6,0
	г.Коломна	I8,7	I8,7	2I,0	2I,0	2I,0
	дер.Ревякино	22,5	22,5	25,5	25,5	25,5
	дер.Пирогово	I2,4	I4,4	II,3	I4,I	I0,2
ст.Бронницы (Раменский)	г.Коломна	25,3	25,5	25,5	25,5	25,5
	г.Пермь	I0,I	I0,6	I0,8	I0,8	I0,3
	дер.Лазарево	-	I0,0	I2,6	I2,6	I2,6
	дер.Изварино	-	-	I3,5	I7,4	I7,7
ст.Михнево (Ступинский)	г.Венев	I2,0	I2,0	I2,0	I2,0	I2,0
	г.Кашира	I2,3	I2,5	I2,5	I2,5	I2,5
	дер.Лишняги	II,0	22,I	22,I	22,I	22,I
дер.Надеждино (Дмитровский)	г.Хотьково	I2,3	I2,0	I2,0	I2,0	I2,5
	г.Дмитров	20,4	2I,0	2I,0	2I,0	25,5
	дер.Сычево	8,I	8,5	6,3	7,4	26,I
пос.Поварово (Солнечногорский)	г.Питкяранта	4,0	4,0	4,0	5,5	5,5
	карьер Митина Гора	4,I	6,2	6,2	9,5	9,8

Продолжение табл. 4.5

I	2	3	4	5	6	7
	ст.Тучково	-	-	-	3,3	3,0
	дер.Козлово	-	-	-	4,I	3,8
ст.Румянцево (Истринский)	дер.Сычи	I5,8	I5,8	I5,8	I5,8	I5,8
	дер.Храброво	I8,0	I8,0	I8,0	I8,0	20,I
	г.Руза	8,0	8,2	8,5	4,0	-
	дер.Ревякино	I5,7	I9,3	I5,0	I0,0	I0,0
	карьер Заслонинский	-	-	I4,0	25,6	28,8
	карьер Лосненский	-	-	-	-	32,0
пос.Серебряные Пруды	дер.Лишняги	8,I	I0,9	I0,9	7,8	I0,9
дер.Храброво (Можайский)	дер.Храброво	26,0	26,0	24,2	26,0	23,3
дер. Часцы (Одинцовский)	дер.Сычи	I2,2	I2,2	I2,2	I2,2	4,2
	дер.Изварино	8,8	8,5	6,0	6,0	-
	ст.Тучково	20,5	2I,I	22,0	22,0	22,0
	дер.Храброво	II,7	I2,0	I2,5	I2,5	I2,5
	карьер Заслонинский	-	I0,7	II,7	II,7	II,7
	карьер Лосненский	-	-	-	-	8,0
г.Талдом	г.Едрово	I0,I	-	-	-	-
дер.Доршево (Клинский)	г.Кузнечное	9,9	-	-	-	-
дер.Игнатково (Шаховский)х	г.Зубцов	I0,9	-	-	-	-

Продолжение табл. 4.5

I	2	3	4	5	6	7
дер.Судислово (Шаховский)ж	г.Зубцов	-	IO,3	-	-	-
дер.Михалево (Лотошинский) ж	-"-	-	-	9,8	-	-
дер. Ошейкино (Лотошинский)ж	г.Зубцов	-	-	-	IO,9	IO,9
дер. Слободищи (Орехово-Зуевский ж	г.Коломна	IO,2	-	-	-	-
дер.Подрядниково (Егорьевский)	-"-	-	IO,9	-	-	-
дер.Пышлицы (Шатурский)ж	-"-	-	-	IO,9	-	-
дер.Семеновская (Шатурский)ж	г.Коломна	-	-	-	9,8	-
пос.Туголесский Бор (Шатурский)ж	-"-	-	-	-	-	IO,I

х) Пункты передислокации передвижных АБЗ

Оптимальная схема поставок песка на АБЗ Минавтодора РСФСР
в Московской обл. на 1981-1985 гг.

Таблица 4.6

Наименование пунктов размещения АБЗ (район)	Наименование поставщиков песка	Объем поставок, в тыс.т				
		1981	1982	1983	1984	1985
I	2	3	4	5	6	7
дер.Дмитряково (Клинский)	пос.Хметьево	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	дер.Парфеново	42,5	50,0	47,27	75,5	62,8
г.Ивантеевка (Пушкинский)	пос.Икша	17,4	17,4	17,4	7,6	17,6
	г.Хотьково	28,8	28,8	28,8	29,0	35,0
	г.Москва /Серебряный бор/	-	-	-	54,2	75,0
ст.Купавна (Ногинский)	дер.Сосково	42,0	45,0	43,7	40,2	40,2
	г.Кашира	40,5	47,8	48,15	57,5	57,5
г.Луховицы	г.Луховицы	60,0	60,0	60,0	80,0	80,0
	пос.Пески	15,0	18,6	18,6	18,6	18,6
	г.Коломна	40,2	60,0	60,0	35,0	40,4
г.Хотьково (Загорский)	г.Хотьково	46,2	46,2	46,2	44,0	62,5
	пос.Икша	-	-	-	-	20,0
г.Чехов	дер.Толбино	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
	г.Серпухов	80,0	80,0	80,0	85,0	85,0
	дер.Сотское	15,0	18,6	31,3	36,2	22,8
ст.Бронницы (Раменский)	пос.Пески	40,0	40,0	41,4	45,0	45,0

Продолжение табл. 4.6

I	2	3	4	5	6	7
	дер.Парфенково	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	дер.Орехово	I5,0	3I,2	50,0	50,0	50,0
	дер.Сотское	-	-	27,2	25,6	25,6
ст.Михнево (Ступинский)	г.Кашира	73,5	9I,85	9I,85	9I,85	9I,85
дер.Надеждино (Дмитровский)	пос.Икша	30,0	35,0	35,0	35,0	45,0
	дер.Лальчино	42,0	55,0	50,0	50,0	55,0
	дер.Сосково	-	-	-	3,5	37,5
пос.Поварово (Солнечногорский)	дер.Парфеново	2I,4	23,I	37,45	46,2	45,0
ст.Румянцево (Истринский)	пос.Сычево	30,0	35,0	35,0	35,0	50,0
	дер.Ивановское	-	-	5,87	6,0	I2,7
	дер.Беркино	50,0	60,0	60,0	60,0	80,0
	дер.Парфеново	20,0	20,0	30,28	33,0	50,0
	карьер Марс	23,0	23,0	30,0	30,0	30,0
пос.Серебряные Пруды	дер.Лишняги	23,0	23,0	23,0	20,0	23,0
дер.Храброво (Можайский)	дер.Храброво	55,0	55,0	50,0	55,0	48,9
дер.Часцы (Одинцовский)	дер.Изварино	25,0	25,0	25,0	25,0	20,0
	дер.Морево	I2,8	23,6	23,6	23,6	20,0
	ст.Тучково	50,0	70,0	70,0	70,0	70,0
	ст.Одинцово	20,0	20,0	20,0	20,0	I2,6
г.Талдом	дер.Сотское	2I,5	-	-	-	-

Продолжение табл. 4.6

I	2	3	4	5	6	7
дер.Доршево (Клинский)	пос.Хметьево	21,0	-	-	-	-
дер.Игнатково (Шаховский)*)	дер.Ивановское	23,0	-	-	-	-
дер.Судислово (Шаховский)*)	-"-	-	22,2	-	-	-
дер.Михалево (Мытищинский)*)	-"-	-	-	21,0	-	-
дер.Ошейкино (Лотошинский)*)	-"-	-	-	-	23,0	23,0
дер.Слободищи (Орехово-Зуевский)*)	ст.Руново	22,5	-	-	-	-
дер.Подрядниково (Егорьевский)*)	пос.Пески	-	23,0	-	-	-
дер.Пышлицы (Шатурский)*)	пос.Пески	-	-	23,0	-	-
дер.Семеновская (Шатурский)*)	карьер Бордуки	-	-	-	21,0	-
пос. Туголесский Бор (Шатурский)*)	-"-	-	-	-	-	22,3

*) Пункты дислокации передвижных АБЗ.

Объем капитальных вложений в АБЗ по оптимальному плану развития в Московской обл. на 1981-1985 гг., тыс.руб.

Таблица 4.7

Наименование пунктов размещения АБЗ (районы)	1981	1982	1983	1984	1985
дер.Дмитряково (Клинский)	582,87	-	-	124,09	-
г.Ивантеевка (Пушкинский)	460,00	-	-	230,00	230,00
ст.Купавна (Ногинский)	246,23	-	-	-	-
г.Луховицы	460,00	230,00	-	-	-
г.Талдом	-	-	-	-	-
г.Хотьково (Загорский)	122,51	-	-	-	122,51
г.Чехов	692,51	-	122,51	-	-
ст.Бронницы (Раменский)	-	-	460,00	-	-
дер.Доршево (Клинский)	-	-	-	-	-
ст.Михнево (Ступинский)	570,00	-	-	-	-
дер.Надеждино (Дмитровский)	583,61	-	-	-	230,00
пос.Поварово (Солнечногорский)	-	-	123,61	-	-
ст.Румянцево (Истринский)	570,00	-	123,85	-	460,00
пос.Серебряные Пруды	-	-	-	-	-
дер.Храброво (Можайский)	507,08	-	-	-	-
дер.Часцы (Одинцовский)	981,51	122,51	-	-	-
дер.Игнатково (Шаховский)*	108,57	-	-	-	-
дер.Судислово (Шаховский)*	-	38,40	-	-	-
дер.Михалево (Лотошинский)*	-	-	38,28	-	-
дер.Ошейкино (Лотошинский)*	-	-	-	38,52	-
дер.Слободищи (Орехово-Зуевский)*	108,57	-	-	-	-
дер.Подрядниково (Егорьевский)*	-	38,70	-	-	-
дер.Пышлицы (Шатурский)*	-	-	38,88	-	-
дер.Семеновская (Шатурский)*	-	-	-	38,76	-
пос.Туголесский Бор*	-	-	-	-	38,64
Всего	5933,46	429,61	907,13	431,37	1081,15

*) Пункты дислокации передвижных АБЗ



Рис.2. Условная схема размещения АБЗ Минавтодора в Московской области

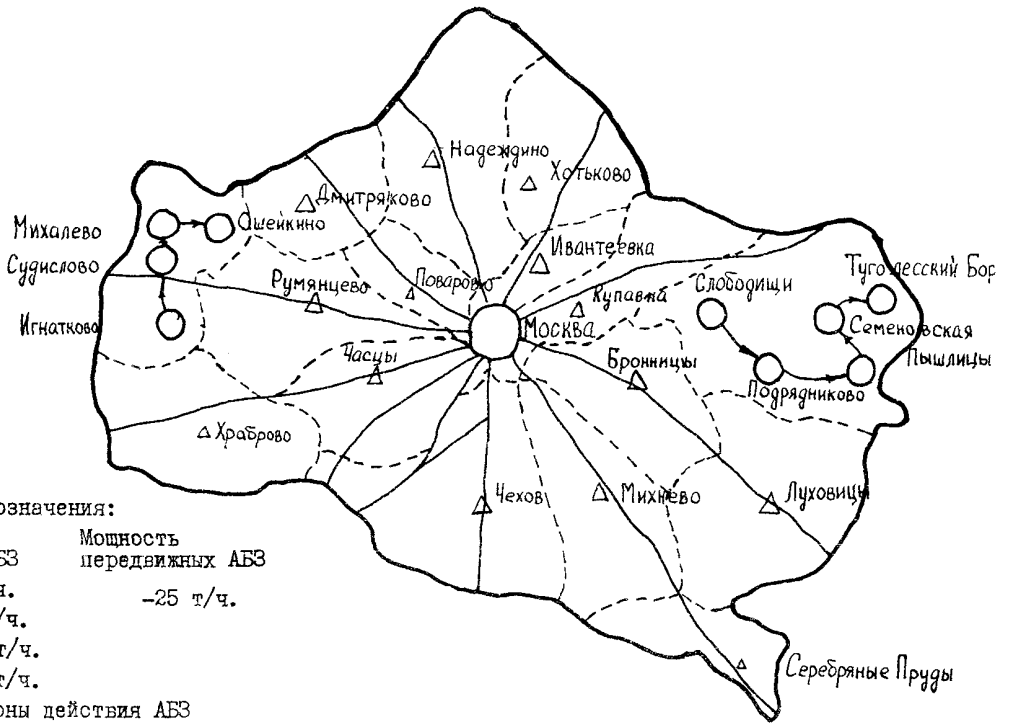


Рис.3. Условная схема перспективного размещения АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской обл.(к 1985г.)

ЛИТЕРАТУРА

I. Беллман Р. Динамическое программирование. - М.: ИЛ, I960.
2. Вопросы анализа сложных систем. - Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, I974.
3. Елисеев И.И., Рукавишников В.О. Группировка, корреляция, распознавание образцов. - М.: Статистика, I977.
4. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. - М.: Наука, I975.
5. Казакевич Д.М. Производственно-транспортные модели в перспективном отраслевом планировании.-М.: Экономика, I972.
6. Лившиц В.Н. Вопросы планирования развития сложных производственных систем. - "Экономика и математические методы", т.XП, вып. 2, I976.
7. Лившиц В.Н. Выбор оптимальных решений в технико-экономических расчетах. - М.: Экономика, I97I.
8. Мак-Кинен Дж.Введение в теорию игр. - М.: Физматгиз, I960.
9. Макаров А.А., Макарова А.С., Санеев Б.Г. и др. Оптимизация развития электроэнергетических систем с учетом погрешности исходной информации.-Изв. АН СССР„Энергетика и транспорт," № 2, I97I.
I0. Многоуровневые системы отраслевой оптимизации.-Новосибирск: Наука, I975.
II. Найман Дж. Фон, Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. - М.: Наука, I970.
I2. Планирование отраслевых систем.-М.: Экономика, I974.
I3. Проблемы оптимального отраслевого планирования.-Новосибирск: Наука. Сиб.отд-ние, I976.
I4. Предложения по оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов. Научно-технический отчет, М.: Гипродорнии, I978.
I5. Тылевич Л.Е., Белоусов В.В., Борисов С.М. Планирование затрат на производство каменных материалов в Нечерноземной зоне РСФСР, "Автомобильные дороги", № 7, I977.
I6. Немчинский А.Б. Экономика передвижных предприятий отрасли. - М.: Издательство литературы по строительству, I973.

I7. Рекомендации по рациональному размещению и развитию предприятий по производству каменных материалов треста "Росдорстройматериалы" на 1976-1990 гг. - М.: Гипродорнии, 1976.
I8. Оптимальный план отрасли. - М.: Экономика, 1970.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение..... 2

Общие положения..... 4

Методы оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных асфальтобетонных заводов при однозначно заданной информации..... 6

2.I. Экономико-математическая модель процесса комплексного размещения и развития стационарных и передвижных АБЗ.....6

2.2. Алгоритм решения задачи размещения и развития стационарных и передвижных АБЗ.....I6

2.3. Исходные данные.....2I

Методы оптимизации развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ в условиях неоднозначной исходной информации.....27

3.I. Формирование сочетаний исходных данных для задачи развития и размещения АБЗ в условиях неоднозначной информации.....27

3.2. Принятие решений при перспективном планировании развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ.....30

Оптимизация развития и размещения стационарных и передвижных АБЗ Минавтодора РСФСР в Московской области на I98I-I985 гг. 34

Литература.....55

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПТИМИЗАЦИИ РАЗВИТИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ И ПЕРЕДВИЖНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ЗАВОДОВ

Ответственный за выпуск С.М.Борисов
Редактор И.А.Лященко

Л-112834 от 05.09.80г. Формат бумаги 60х84 1/16
Уч.-изд.л.3,2. Печ.л.3,7. Тираж 300 экз. Изд. № 2429. Зак.252

Ротапринт ЦБНТИ Минавтодора РСФСР: Москва, Зеленодольская,3

gost.e-ecolog.ru