

А.Э. Адигамов, А.Р. Хайруллина**МЕТОД ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ
В ЗАДАЧАХ ПЛАНИРОВАНИЯ
И ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

Представлены методы и модели планирования и оперативного управления производством асфальтобетонных смесей, которые успешно применялись в течение ряда лет на асфальтобетонных заводах предприятий дорожного строительства.

Ключевые слова: методы и модели, линейное программирование, оперативное управление, асфальтобетонная смесь.

Введение

В производстве асфальтобетонных (а/б) смесей используются разные виды щебня, которые, как правило, закупаются у разных поставщиков и поставляются из разных карьеров. Виды щебня могут отличаться друг от друга по многим характеристикам, в том числе и по гранулометрическому составу. В паспорте строительного материала приводится гранулометрический состав: весь щебень разбит на составляющие его фракции с указанием доли каждой фракции в общей массе щебня. Как правило, в марке щебня содержится информация о преобладающей фракции. Количество марок щебня используемых на а/б заводах для производства одного типа а/б смеси может достигать 10 и более.

В нормативной строительной документации указывается какие рецепты должны использоваться для приготовления различных типов а/б смесей. В каждом рецепте заданы границы коридора, в котором должна находиться гранулометрическая кривая, характеризующая зерновой состав а/б смеси. Количество различных рецептов может быть достаточно большим.

В связи со сказанным для эффективного управления производством а/б смесей на каждом а/б заводе воз-

никает задача выбора оптимального набора марок щебня для производства а/б смесей по нескольким рецептам. Критерием оптимальности может служить минимум отходов, представляющих собой излишки тех или иных фракций щебня, которые остаются после пропуска щебня через сито непосредственно перед подачей в барабан смесительной установки. Эти остатки транспортируются в отвал или в бункер хранения, что приводит к дополнительным затратам.

Если количество остатков достаточно велико, то более целесообразным представляется предварительное просеивание, перед транспортированием к барабану, разных видов щебня и складирование полученных после просеивания фракций отдельно друг от друга. В этом случае к барабану транспортируется только необходимое количество каждой фракции.

Отметим, также, что заявленные в паспорте материала гранулометрические характеристики щебня не всегда соответствуют фактическим и имеют, как правило, случайный характер. Фактические характеристики уточняются путем проведения лабораторных испытаний.

Таким образом, задача выбора оптимального набора марок щебня для

производства требуемого ассортимента и количества а/б смесей является актуальной. Различие между паспортными и фактическими данными приводит к необходимости совместного использования как детерминированных, так и стохастических методов и моделей.

В настоящей работе предлагаются методы и модели линейного программирования [1–2] в задачах планирования и оперативного управления производством асфальтобетонных смесей. Эти методы и модели успешно применялись в течение ряда лет на а/б заводах предприятий дорожного строительства.

Основные параметры и характеристики моделей

i – порядковый номер партии щебня,

I – количество партий щебня,

j – порядковый номер фракции щебня,

J – приведенное количество фракций для рецептов и паспортов (рассчитывается на основе данных из паспортов щебня и рецептов производства а/б смесей путем добавления недостающих диапазонов и увеличения общего количества диапазонов с целью построения единых диапазонов),

s – порядковый номер рецепта производства а/б смеси,

S – количество рецептов производства а/б смеси,

a_{ij} – компоненты приведенной фракционной матрицы, обладающие свойством $\sum_{j=1}^J a_{ij} = 1, i = 1, 2, \dots, I,$

b_j^{s+}, b_j^{s-} – верхняя и нижняя границы гранулометрической кривой для j -той фракции рецепта с порядковым номером s ,

c_i – стоимость одной тонны i -го вида щебня,

k – количество щебня, содержащегося в а/б смеси с порядковым номером s ,

M_i, σ_i – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение случайной величины – доли фракции щебня с порядковым номером j в партии с номером i ,

p_{ij} – вероятность содержания доли фракции a_{ij} с порядковым номером j в партии с номером i ,

x_i^s – искомая доля щебня из партии с порядковым номером i для рецепта s .

Задача оптимального выбора видов щебня для производства а/б смеси по заданному рецепту в случае безотходного производства

$$b_j^{s+} \geq \sum_{i=1}^I a_{ij} \cdot x_i^s \geq b_j^{s-}$$

$$\sum_{i=1}^I x_i^s = 1,$$

$$\sum_{i=1}^I c_i \cdot x_i^s \rightarrow \min, x_i^s \geq 0.$$

Заметим, что данная задача имеет решение только в случае «достаточно хорошего соответствия» видов щебня конкретному рецепту производства а/б смеси, а также паспортных и фактических характеристик щебня. Если «достаточно хорошего соответствия» видов щебня конкретному рецепту нет, то эта задача линейного программирования не имеет решения, и практическое значение имеет следующая задача.

Задача оптимального выбора видов щебня для производства а/б смеси по заданному рецепту при невозможности безотходного производства

$$\sum_{i=1}^I a_{ij} \cdot x_i^s \geq b_j^{s-}, j = 1, 2, \dots, J,$$

$$\sum_{i=1}^I x_i^s = 1,$$

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I (a_{ij} \cdot x_i^s - b_j^{s-}) \rightarrow \min,$$

$$x_i^s \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, I.$$

Заметим, что данная задача имеет практическое значение в случае «достаточно хорошего соответствия» паспортных и фактических характеристик щебня. Если «достаточно хорошего соответствия» нет, то практическое значение имеет следующая задача.

Задача оптимального выбора видов щебня для производства а/б смеси по заданному рецепту в предположении возможности безотходного производства в стохастической постановке

$$b_j^{s+} \geq \sum_{i=1}^I p_{ij} \cdot x_i^s \geq b_j^{s-}, \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

$$p_{ij} = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} \int_{z_{j-1}}^{z_j} e^{-\frac{(z-M_i)^2}{2\sigma_i^2}} dz, \quad [z_{j-1}, z_j] -$$

границы j -го приведенного интервала,

$$\sum_{i=1}^I x_i^s = 1,$$

$$\sum_{i=1}^I c_i \cdot x_i^s \rightarrow \min, \quad x_i^s \geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, I.$$

Данная задача имеет практическое значение в случае, когда для некоторого поставщика или некоторого карьера паспортные и фактические данные по щебню достаточно сильно отличаются друг от друга, однако есть основания предполагать, что каждая вектор строка фракционной матрицы $\{a_{ij}\}$ представляет собой выборку случайной величины, распределенной по

нормальному закону распределения с математическим ожиданием M_i и среднеквадратическим отклонением σ_i .

Задачи годового, квартального и месячного планирования потребности в щебне

В соответствии с требуемым объемом выпуска асфальтобетона за некоторый фиксированный период времени (год, квартал, месяц и т.д.) рассчитывается забираемое производство количество каждой фракции

$$X_i = \sum_{s=1}^S x_i^s \cdot k_s, \quad i = 1, 2, \dots, I.$$

Количество остатков каждой фракции, которое прошло через сито, но не попало в производство, может быть найдено по формуле

$$\sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S (a_{ij} \cdot x_i^s - b_j^{s-}), \quad j = 1, 2, \dots, J,$$

а суммарный вес всех остатков, – по формуле

$$\sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \sum_{s=1}^S (a_{ij} \cdot x_i^s - b_j^{s-}),$$

где x_i^s – удовлетворяет задачам, аналогичным описанным в пп. 3–5, с целевыми функциями соответственно:

$$\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I c_i \cdot x_i^s, \quad \sum_{s=1}^S \sum_{j=1}^J (a_{ij} \cdot x_i^s - b_j^{s-}) \rightarrow \min,$$

$$\sum_{s=1}^S \sum_{i=1}^I c_i \cdot x_i^s$$

Заключение

Указанные методы и модели успешно применялись в течение ряда лет на а/б заводах предприятий дорожного строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хайруллин Р.З. Технология исследования управляемых систем // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 1999. – № 4. – С. 111–113.

2. Федоренко Р.П. Приближенное решение задач оптимального управления. – М.: Наука, 1978. **ПИАБ**

Адигамов Аркадий Энгелевич – кандидат технических наук, доцент,
e-mail: adigamov@msmu.ru,

Хайруллина Айгуль Рустамовна – студентка, e-mail: roksya@mail.ru,
МГИ НИТУ «МИСиС».

UDC 519.852.6:65

THE LINEAR PROGRAMMING METHOD IN PLANNING AND OPERATING MANAGEMENT FOR PRODUCTION OF ROAD CONCRETE MIXES

Adigamov A.E., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, e-mail: adigamov@msmu.ru,
Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia,

Khayrullina A.R., Student, e-mail: roksya@mail.ru,
Moscow Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS», Moscow, Russia.

The methods and models of planning and operating management for production of road concrete mixes are suggested. The methods and models were successfully used in the course of years on road concrete factories of road building industry.

Key words: the methods and models, the linear programming method, operating management, road concrete mixes.

REFERENCES

1. Khairullin R.Z. Gornyi informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 1999, no 4, pp. 111–113.
2. Fedorenko R.P. Priblizhennoe reshenie zadach optimal'nogo upravleniya (Approximate solution to optimal control problems), Moscow, Nauka, 1978.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (ПРЕПРИНТ)

КОНЦЕПЦИЯ, СТРАТЕГИИ И ПРИНЦИПЫ УПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Каплан Алексей Владимирович – кандидат экономических наук, генеральный директор
ООО «НТЦ-Геотехнология»,

Пикалов Вячеслав Анатольевич – доктор технических наук, нач. отдела методического
обеспечения ООО «НТЦ-Геотехнология».

Обоснована концепция управления социально-экономическим развитием, определены стратегии развития, учитывающие состояние внутренней и внешней среды горнодобывающего предприятия и обеспечивающие баланс интересов его субъектов. Определен комплекс принципов управления развитием.

Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, социально-экономическое развитие, баланс интересов, стратегия развития, принципы управления.

CONCEPT, STRATEGY AND PRINCIPLES OF MANAGEMENT OF SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE MINING ENTERPRISE

Kaplan A.V., Candidate of Science (Economics), Director General, «NTC-Geotechnology», Russia,

Pikalov V.A., Doctor of Science (Engineering), «NTC-Geotechnology», Russia.

Conception of socio-economic development, defined development strategy, taking into account the state of the internal and external environment of the mining enterprise and ensuring the balance of interests of his subjects. A set of management principles of development.

Key words: mining venture, socio-economic development, BA-lance interests, strategy development, principles of management.