Юхименко Б.И., *к.э.н., доцент*
Яремко И.А., *магистрант*
Кафедра прикладной математики
Одесский национальный политехнический университет

ПРОЕКТ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В работе рассматривается задача размещения производительных сил. Дана математическая модель задачи, как задачи линейного программирования. При формализации использован способ приведения линеаризации зависимости величины капиталовложений от объема производства. Предложен подход динамического программирования при разработке алгоритма решения данной задачи.

Ключевые слова: *алгоритмизация, оптимальное решение, распределение производительных сил, пошаговый процесс, принцип Беллмана.*

Введение. Проблема размещения производительных сил в условиях развития рыночных отношений в основном состоит в рациональном, наиболее эффективном размещении самого производства и определения его уровней. Наиболее эффективным размещением считается всемирная экономия затрат на размещение производительных сил на конкретной территории, определение экономически выгодных объёмов, доведение производства вплоть до готовой продукции и организация доставки потребителям.

Существует множество факторов, предопределяющих место расположения производства и его уровней. Наличие источников сырья, энергетических и трудовых ресурсов, дорог и средств транспортировки грузов - все это влияет на эффективность его функционирования. На размещение производства оказывает большое влияние стоимость перевозок.

В ходе решения задач размещения определяются:

- объемы производства на действующих и реконструируемых предприятиях;

- места расположения и объемы производства предприятий из заданного списка возможных;

- размеры капиталовложений на поддержку мощностей действующих предприятий, на реконструкцию и строительство новых объектов;

- план прикрепления потребителей к производителям.

Проектирование размещения производительных сил рассматривается как многоэтапный процесс. На первом этапе определяется спрос на продукцию, расположение потребителей, транспортные сети и возможные стоимости перевозок. Очень важным моментом является сбор информации о существующих и действующих предприятиях-производителях, о возможности и стоимости их реконструкций. Далее определяются места возможных вновь строящихся предприятий с учетом сырьевых возможностей региона. Несомненно, прогнозируются возможные объёмы производства и стоимость их осуществления.

Вторым этапом проектирования является использование математических методов и вычислительной техники для принятия оптимальных решений по размещению производительных сил. Экономическое обоснование условий размещения предопределяет конкретную задачу. Адекватное математическое её описание приводит к определенному классу задач оптимизации, от чего зависит алгоритм решения и компьютерная реализация.

Цель разработки. Специфичность задач размещения, разнообразие критериев, а также способов представления объемов производства зачастую приводит математическую модель к различным типам задач математического программирования (МП). Существуют классические методы решения задач МП, однако они все относятся к классу NP сложности и далеко не всегда практически реализуемые даже при наличии современной компьютерной техники. Поэтому попытка перейти из класса NP сложности алгоритмов в класс P имеет место при развитии методов оптимизации.

В предлагаемой работе рассматривается задача размещения производительных сил с учетом транспортных расходов на доставку готовой продукции потребителям и расходов на реконструкцию или строительство предприятий-производителей. Принимается, что величина капиталовложений зависит от полагаемого объема производства и имеет линейный вид. Математическая модель, описывающая такие условия размещения, относится к классу линейных задач МП. Проделав некоторые алгебраические преобразования, модель можно привести к классической модели линейного программирования и решить симплекс-методом. Однако структура модели соответствует требованиям для использования пошагового процесса принятия решений [5], что значительно упрощает процедуру получения оптимального решения. Используя идеи динамического программирования, строится рекуррентное соотношение с учетом особенностей как модели, так и самой задачи в целом.

Обзор публикаций. Задаче оптимального размещения производительных сил посвящено множество научных и практических работ. В некоторых отечественных вузах эта проблема рассматривается отдельной дисциплиной, включенной в учебный план. Вопросы экономического характера освещены в работе [4]. Там же дано достаточное обоснование отдельных моментов, предопределяющих важность проблемы при развитии рыночной экономики. Перечень факторов, которые влияют на эффективное функционирование такой структуры как производитель- потребитель, приведен в работе [4]. Принципы размещения производительных сил освещаются и углубляются с учётом опыта развитых стран. (см. напр.[4]).

Структурно математические модели, их классы задач оптимизации и алгоритмы решения в большинстве случаев зависят от содержания информации о разнородных пунктах производства и возможных объёмах в каждом. В работе [1] приведены формальные модули математических моделей при различных подходах использования информации об объемах производства в полагаемых пунктах производства, независимо от того существующие это или вновь строящиеся предприятия. При наличии конкретных данных о производителях можно собрать из приведенных модулей математическую модель, тип которой будет зависеть от адекватного представления объемов производства. Работа [3] посвящена описанию математической модели, относящейся к моделям частично целочисленного линейного программирования. Приведен алгоритм, разработанный на основе метода ветвей и границ [5]. Перечень разработок можно продолжить. Следует отметить то, что во всех моделях учитываются транспортные расходы на доставку готовой продукции. Производственные расходы и расходы на реконструкцию или строительство непосредственно зависят от объемов производства, которые могут представляться различным образом, что в свою очередь предопределяет класс математической модели, метод и алгоритм решения.

В данной работе математическая модель размещения производительных сил приведена к задаче линейного программирования. Для ее реализации предложен алгоритм, который наполнен идеями пошагового процесса и принципа Беллмана [5]. Какой способ окажется более эффективным - утверждать преждевременно. Необходимо провести сравнительный анализ.

Основная часть. Рассматривается задача размещения производительных сил при следующих условиях. Критерием оптимизации являются затраты на доставку продукции при полном удовлетворении спроса и капиталовложений на реконструкцию либо строительство новых предприятий –производителей. Определяется такой вариант размещения, при котором суммарные затраты будут минимальными. В качестве информации о пунктах производства известны возможные пункты производства и пределы изменения объёмов производства от минимально экономически приемлемого до максимально возможного. Потребители, места их расположения и объёмы потребности известны.

Введем обозначения:

- n количество пунктов потребления ($j = \overline{1, n}$);

- объёмы потребности b_j в каждом;

-m- количество возможных пунктов производства ($i = \overline{1, m}$);

- $\underline{a_i}$ и $\overline{a_i}$ - предельно возможные объёмы производства в каждом;

- c_{ij} - стоимость перевозки единицы продукции из i –того пункта производства в j – тый пункт потребления ($i=\overline{1, m}$, $j=\overline{1, n}$);

- φ(V) - условное обозначение величины капиталовложений при объёме производства V;

На основе открытой модели транспортной задачи формируется модель размещения производительных сил.

Считая, что транспортные расходы зависят и от количества перевозимой продукции, имеем, что

$$T = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij}\, x_{ij}$$

суммарные транспортные расходы, считая, что x_{ij} – объем перевозки.

Объем производства в конкретном i-том пункте представляется количеством вывозимой продукции потребителям, а именно:

$$Vi = \sum_{j=1}^{n} x_{ij}$$

Капиталовложения представляются функцией от объёма производства:

$$\varphi(V) = \varphi i \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \right),\ i=\overline{1,m};$$

Предположив, что функция, определяющая величину капиталовложений имеет линейный вид, она представится так:

$$\varphi i \left(\sum_{j=1}^{n} x_{ij} \right) = pi \sum_{j=1}^{n} x_{ij} + qi\ ,\ \ i=\overline{1,m}$$

Составляющие pi и qi для различных пунктов производства могут быть различными. Это зависит от состояния, т.е. реконструируется или строится предприятие.

Математическая модель размещения производительных сил при перечисленных условиях имеет вид:

$$Z = \min \{ \sum_{i=1}^{m} (m\ \sum_{i=1}^{m} (c_{ij} + p_i) x_{ij} + q_i) \}$$

при ограничениях

$$\underline{a_i} \le \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \le \overline{a_i}\ ,\ i=\overline{1,m};$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j\ ,\ j = \overline{1,n};$$

$$x_{ij} \ge 0\ \forall ij$$

Полученная математическая модель удовлетворяет требованиям многошагового динамического процесса и может решаться этим методом.

Пусть s означает шаг принимаемого решения об объеме производства на этом шаге; As –какой объем производства конкретизирован на предыдущих шагах; количество необходимого объема на последующих шагах обозначен через B_s, причем $B_s = \sum_{j=1}^{n} b_j - A_s$. Эти величины предопределяют состояние s. Объем выпуска продукции определяется согласно рекуррентному соотношению:

$$f_s(x) = \min_{x_s \in \left[\overline{a_s} - \underline{a_s} \right]} \{ z_s(s, x_s) + z_{s-1}(s, x_s) \}$$

-где z_s означает значение целевой функции, определяющей затраты на транспортировку и капиталовложения при выбранных объемах производства на s – том шаге.

Алгоритм реализуется обычным способом динамического программирования согласно принципу Беллмана на основе предложенного рекуррентного соотношения.

Заключение. Задача оптимального распределения производственных сил формализуется согласно разнообразию информации о возможных пунктах производства. Вид математической модели задачи полностью зависит от содержания этой информации. Методы решения, как очевидно, зависят от класса модели, к которому удалось привести описываемую задачу. Нами математическая модель представляется как линейная и может решаться методами динамического программирования. Небольшой численный эксперимент показал достаточно хороший результат при минимальных затратах программистского и компьютерного времени.

Список литературы

1. Юхименко Б.И. Формализация задач размещения производительных сил // Інформатика та математичні методи у моделюванні. – Одеса, 2012, Т2. №4 – с.337-343
2. Юхименко Б.И. Математическая модель определения оптимальной стратегии размещения атомных электростанций в регионе // Материалы IX Всеукраїнської конференції «Перший крок у науку» / Юхименко Б.И., Рыбак О.В. – Луганск, 2014, Т2. – с.506-512.
3. Яремко И.А. Линейные математические модели проектирования размещения производительных сил. Перша міжнародна науково-практична конференція. – Одеса, 2016. Т1. с.198-202.
4. Заблоцкий Б.В. Розміщення продуктивних сил України: Національна макроекономіка: посібник / Б.В. Заблоцкий – К.: Академвидав, 2002. – 368с.
5. Юхименко Б.И. Методы оптимизации: учебное пособие.- Одесса: ООО «НВП и Интерсрвис», 2012. – 269с.
6. Береснев В.Л. Дискретные задачи размещения и полиномы от булевых переменных. - Новосибирск. : изд. Института математики, 2005. -408 с.