

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПО РАЗМЕЩЕНИЮ ТЕРМИНАЛЬНО-СКЛАДСКИХ КОМПЛЕКСОВ

О.Г. Милинюк, 3 курс

Научный руководитель – И.И. Краснова, к.э.н., доцент

Белорусский национальный технический университет

Автоматизацией отдельных этапов проектирования транспортных систем ученые занимаются давно, однако, из-за сложных вопросов формализации технологических задач комплексно решить проблему не удалось. Автоматизированы отдельные этапы системы (аналитические расчеты пропускной и перерабатывающей способности станций, сортировочных горок, грузовых терминалов, расчет объемов земляных работ, сметные стоимости строительства), однако комплексный алгоритм решения этой проблемы: оптимальное размещение терминалов и складов в логистической цепи – до сих пор не разработан. В данном докладе представлена модель решения этой задачи, а также рассмотрены преимущества ее применения.

Терминально-складские системы (ТСС) – сеть пунктов в логистической цепи по погрузке-разгрузке грузов, а также их складированию. Задачи автоматизированного проектирования ТСС систем можно условно разделить на четыре группы:

1. расчеты соединений путей, компоновка парков и объектов;
2. определение количества путей, перерабатывающей способности грузовых фронтов, расчет объемов земляных работ;

3. оптимизационные модели проектных решений по размещению технологических систем и устройств;
4. моделирование работы ТСС (маневровой и грузовой работы).

Третья группа задач включает:

- Разработку математических моделей для формализации путевого развития терминала и размещения складов на ЭВМ;
 - Геометризацию основных связей и зависимостей для расчета координат основных элементов и других параметров плана ТСС при различных вариантах схем;
 - Оптимизацию проектных решений на основе методов моделирования, расчет показателей и вывод вариантов генеральных планов на печать.
- Можно наметить следующие способы графической реализации планов ТСС:
- Вывод данных планшетов комплексов со сканеров и оцифровка полученного изображения по методикам программ геоинформационных систем (ГИС);
 - Непосредственное масштабное вычерчивание на экране дисплея электронным карандашом;
 - Введение в типовую графическую программу массива точек и углов по результатам топографической съемки существующего ТСС;
 - Модульное проектирование парков и устройств с использованием разработанных алгоритмов и машинных программ расчета координат и графического построения стрелочных улиц, грузовых устройств.

Задачу оптимального проектирования генеральных планов транспортно-складских комплексов (грузовых дворов, терминалов, выгрузочных баз) можно сформулировать как транспортную: на заданной территории необходимо так разместить объекты (склады), чтобы суммарные расходы на перевозку грузов железнодорожным и автомобильным транспортом были минимальными.

Зависимость транспортных расходов определяется экономико-математической моделью вида:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^z C_i^{жд} * L_{ijk}^{жд} + C_i^{авт} * L_{ijk}^{авт} * q_i \rightarrow \min,$$

где Π – годовые эксплуатационные расходы на перевозку грузов, тыс. руб.; i – количество складов ТСК ($i=1,2,\dots,n$); j – количество мест размещения складов на уровнях ТСК ($j=1,\dots,m$); k – количество уровней складской матрицы ТСК ($k=1,2,\dots,z$); $C_i^{жд}$, $C_i^{авт}$ – себестоимость перевозок 1 т i -го рода груза железнодорожным и автомобильным транспортом, руб./ткм; $L_{ijk}^{жд}$, $L_{ijk}^{авт}$ – расстояния перевозки i -го груза железнодорожным и автомобильным транспортом до j -го места размещения склада на k -м уровне ТСК, км; q_i – расчетный объем перевозок грузов i -го склада, т.

Критерии оптимальности:

- 1) Величины поставок грузов и расстояния перевозок положительны

$$q_i > 0, i = 1, 2, \dots, n;$$

$$L_{ijk}^{жд} > 0, L_{ijk}^{авт} > 0 \text{ при } i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; k = 1, \dots, z;$$

- 2) Сумма поставок грузов по всем складам комплекса должна равняться общему грузопотоку ТСК.

$$q_i = Q.$$

i

Решение транспортной задачи начинается с подготовки исходных данных, построения начального плана размещения объектов и выбора метода последующего его улучшения. Подготовительные работы состоят из расчетов: площадей складов для каждого рода груза, ширины и длины складов с учетом удельных нагрузок и применяемых средств механизации; потребной территории для размещения всех складов и общебазовых объектов; себестоимости перевозки грузов по железной дороге – от точки ввоза до центра тяжести складов и автотранспортом – от складов до точки вывоза.

На основе анализа существующих компоновок ТСК и методов проектирования разработан авторский метод двойного предпочтения в размещении объектов с модификацией значения критерия, согласно которому из массива данных объектов ТСК первым выбирается склад не с наибольшими величинами грузопотоков $Q_{сут}^i$, а с наибольшими удельными расходами P_i^{max} на перевозку всей массы грузов на единицу расстояния ($l=1$ км).

Размещать склады следует начинать на уровне с наименьшим расстоянием перевозки:

$$P_i^{max} = C_i^{авт} + C_i^{жд} * q_i * l \in L_k^{min} = (L_k^{жд} + L_k^{авт}).$$

Затем с увеличением расстояния перевозки и затрат на нее увеличиваем уровень. После размещения всех объектов подсчитываются транспортные расходы. Далее проверяется выполнение трех условий размещения складов: 1) расходы по объектам одного уровня должны возрастать от первого модуля к последнему; 2) объекту с наибольшими расходами должно соответствовать наименьшее расстояние; 3) группе объектов одного уровня с наибольшими удельными расходами должно соответствовать наименьшее расстояние. Выполнение всех трех условий означает оптимальное расположение объектов.

На основе полученных данных составляется транспортная таблица, для решения которой разработан определенный алгоритм с использованием метода двойного предпочтения и составлена программа OptimTSK на языке Delphi. Она состоит из следующих подпрограмм: аналитического расчета стоимости перевозки грузов для каждого склада; вычисление суммарных расстояний перевозки грузов железнодорожным и автомобильным транспортом до центров тяжести объектов каждого уровня; выбора места. Для представления результатов в графическом виде рекомендуется использовать программу AutoCAD.

Применение выше представленной модели в проектировании ТСС позволяет быстро реагировать на изменения в логистической цепи: менять местоположение, складов, точек ввоза и вывоза грузов при привязке генплана к реальным условиям, изменять общую площадь для размещения складов, оптимизировать путевое развитие транспортно-складских комплексов, учитывать транспортные расходы, – что, в конечном итоге, снижает время перевозки, а также затраты на нее.

Список использованных источников

1. Числов, О.Н. Автоматизация проектирования и размещения терминально-складских комплексов / О.Н. Числов. – Ростов н/Д, 2009.
2. Демин, В.А. Организация взаимодействия терминально-складских комплексов и грузового автомобильного транспорта / В.А. Демин. – Москва, 2009 – 272 с.