

## **К ВОПРОСУ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАДАЧИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ПРОГРАМИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СКЛАДСКОЙ ЕМКОСТИ МЕЖДУ СУДАМИ**

**Табылов А.У.**

*Статьяда кемелер бөлмдер болудың математикалық бағдарламалау мәселесін зерттеу негізінде экономикалық жағынан өте маңызды болатын және пайдалану шығынын өте аз болатын жүктерді тиеудің жоспары жөнінде мәселелер қарастырылды.*

*On the basis of the task exploration of the mathematical programming on distributing warehouse volume between ships, the question, with the economic point of view, providing the beneficial plan of transshipping cargoes and with the minimum operating costs of processing ships have been considered.*

Вариантами и технологическими схемами погрузочно-разгрузочных работ определяются маршруты прохождения грузов через морской порт с указанием начального и конечного местонахождения их. В случае судовых работ наибольший интерес представляют два варианта: судно — склад (вагон) и склад (вагон) - судно. В обоих случаях задача состоит в отыскании такого набора технологических схем перегрузки каждой партии грузов, при котором будут соблюдаться все существенные ограничения на перегрузочный процесс, а сам процесс будет организован наиболее эффективно с точки зрения выбранного критерия оптимальности [1].

При перегрузке грузов по варианту судно-склад (вагон) одним из основных параметров задачи становится складская емкость - (грузовместимость или грузоподъемность вагонов). В этой связи задачу о выборе вариантов и технологических схем перегрузки грузов удобнее рассматривать в постановке, когда целью ее решения является поиск оптимального распределения складской емкости (площади) между прибывшими на судах грузами. Вагоны при этом можно рассматривать в качестве складов на колесах. Точно так же можно интерпретировать и плавсредства — как склады на плаву.

Из эксплуатационного содержания задачи в предлагаемой постановке видно, что ее решение состоит в определении величин, фиксирующих складские емкости (площади), необходимые для размещения прибывших на судах грузов. Отметим, что в такой же постановке обычно рассматриваются и другие задачи, связанные с планированием прохождения грузов через порт, — об оптимальном распределении грузопотоков между причалами и установлении оптимальной специализации причалов и складов порта. Однако рассматриваемая здесь задача имеет специфические свойства, обуславливающие целесообразность ее самостоятельного рассмотрения. Важнейшие из этих свойств состоят в следующем:

Задача о распределении складской емкости между грузами возникает и решается в оперативных условиях, т. е. на основе информации, более полной

и детализированной в сравнении с информацией, используемой при распределении грузопотоков или установлении специализации складов при квартальном и годовом планировании работы порта. При решении этой задачи к рассмотрению принимается расширенная сеть корреспонденции судов и складов, в которую включаются ветви, соединяющие причалы со складами, расположенными в их зонах, а также со складами других причалов, складами на плаву и на колесах. Кроме того, оптимизация распределения складской емкости между прибывшими грузами достигается на иной критериальной основе, исходя из обеспечения минимальных расходов порта на перевалку грузов [2].

Выбор минимума расходов порта в качестве критерия оптимальности обсуждаемой задачи диктуется тем обстоятельством, что затраты порта на погрузочно-разгрузочные операции практически не зависят при прочих равных условиях от очередности обработки судов; их уровень обуславливается вариантами работ и технологическими схемами перегрузки грузов. Поэтому при упорядоченной вертикальной и горизонтальной очередности обработки судов вариация плана их обработки может быть достигнута лишь за счет вариации технологических схем, отличающихся себестоимостью перевалки грузов. При таких посылах задача распределения складской емкости между судами может быть сведена к задаче математического программирования путем следующих рассуждений [3].

Предположим, что планируется выгрузка  $s$  судов с грузами  $v$  наименований. При этом грузы могут быть размещены в  $z$  складах, а их перегрузка осуществима по  $w$  технологическим схемам. Пусть на момент планирования для каждого судна  $k = 1(1)s$ , каждого груза  $h = 1(1)v$ , каждого склада  $f = 1(1)z$  и каждой технологической схемы  $l = 1(1)w$  заданы следующие величины:

композиция грузов  $h \in V_k$ , прибывших на  $k$ -м судне (задается грузовым планом судна);

композиция грузов  $h \in V_f$ , которые могут быть размещены в  $f$ -м складе (определяется заранее с учетом совместимости и времени поступления грузов, а также планом их распределения внутри склада по этажам, секциям и т. д.);

перечень технологических схем  $l \in W_{kfh}$ , по которым груз  $h$ -го наименования может перегружаться с  $k$ -го судна в  $f$ -й склад;

количество груза  $h$ -го наименования, которое необходимо выгрузить с  $k$ -го судна ( $Q_{kh}$ );

количество груза  $h$ -го наименования, которое может быть размещено в  $f$ -м складе ( $Q_{fh}$ );

количество груза  $h$ -го наименования, которое может быть выгружено с  $k$ -го судна в  $f$ -й склад по  $l$ -й технологической схеме ( $Q_{kfh}$ );

затраты на перегрузку единицы (например, одной тонны) груза  $h$ -го наименования с  $k$ -го судна в  $f$ -й склад по  $l$ -й технологической схеме ( $Q_{kfh}$ ).

Требуется составить план размещения в складах прибывших грузов такой, при котором:

- грузы всех судов будут выгружены;
- емкость складов будет использована в пределах ее наличия;
- по каждой технологической схеме будет перегружено количество груза, не превышающее величин  $Q_{kfh}$ ;
- суммарные затраты порта на перегрузку всех грузов будут минимальными.

Введем переменные величины  $x_{kfh}$  представляющие собой количество груза  $h$ -го наименования, планируемое к перегрузке с  $k$ -го судна в  $f$ -й склад по  $l$ -й технологической схеме. Естественно, что эти переменные, во-первых, должны быть неотрицательными, что вытекает из их физического смысла, и, во-вторых, не должны превышать величин  $Q_{kfh}$ . Тогда при перечисленных требованиях к плану размещения грузов на складах задача сводится к следующей математической модели:

$$0 \leq x_{kfh} \leq Q_{kfh}, \quad k = 1(1)S, \quad f = 1(1)Z, \quad h = 1(1)U; \quad l = 1(1)W; \quad (1)$$

$$\sum_{f \in Z} \sum_{l \in W} x_{kfh} = Q_{kh}, \quad k = 1(1)S, \quad h = 1(1)U; \quad (2)$$

$$\sum_{k \in S} \sum_{l \in W} x_{kfh} \leq Q_{fh}, \quad f = 1(1)Z, \quad h = 1(1)U; \quad (3)$$

$$\min F(x) = \sum_{k,f} \sum_{h,l} c_{kfh} x_{kfh}. \quad (4)$$

Таким образом, формально задача о распределении складской емкости между судами состоит в минимизации функционала (4) при условиях (1) — (3).

Модель (1) - (4) сама по себе обеспечивает лишь оптимизационную часть решения задачи о распределении складской емкости между судами. Для получения полного решения задачи эту модель необходимо дополнить алгоритмом подготовки исходных данных (величин  $Q_{kfh}$ ,  $Q_{kh}$ ,  $Q_{fh}$ ,  $c_{kfh}$ , множество судов  $S$ , складов  $Z$ , технологических схем  $W$  и соответствующих им подмножеств  $V_k$ ,  $V_f$ ,  $W_{kfh}$ ), а также алгоритмом представления результатов решения в требуемой форме (например, в виде грузовых планов складов) с расшифровкой величин  $x_{kfh}$  в привязке к судам, складам, грузам и технологическим схемам. Составление подобных алгоритмов трудностей не вызывает, так как обработка исходных данных и расшифровка результатов решения модели выполняется по стандартным программам для ЭВМ [4].

В случае варианта склад (вагон) - судно задача выбора вариантов перегрузки грузов упрощается благодаря тому, что при составлении грузовых планов судов величины партий грузов, их начальные и конечные позиции (на складах или в вагонах и на судах) однозначно фиксируются. Тем самым фиксируются и технологические схемы перегрузки грузов, если и неоднозначно, то с весьма малой вариацией, что практически сводит к нулю оптимальную составляющую задачи. Однако эта составляющая не теряется.

Она переходит в другие задачи - о грузовом плане судна и о распределении перегрузочных ресурсов между судами.

В заключение отметим, что в результате решения задачи о выборе вариантов перегрузки грузов удастся найти не только наиболее выгодный с экономической точки зрения план перевалки грузов, обеспечивающий минимум эксплуатационных расходов порта по обработке судов, но и определить конкретно технологические схемы, а тем самым и производительность перегрузки грузов, которую необходимо знать для решения последующих задач распределения и использования ресурсов.

#### **Литература:**

1. Бутов А.С., Легостаев В.А. Планирование работы флота и портов -М.: Транспорт. 2004.
2. В.В.Понятковский. Морские порты и транспорт. -Москва.; МГАВТ, 2006.
3. А.Ф. Блиндман, А.Г. Прохоров. Технология перегрузочных работ в морских портах. -Москва.; Транспорт, 2003.
4. Экспресс-информация ЦБНТИ ММФ. Серия «Морские порты», вып. 24(298), - Москва, 2004.