Логистика при доставке экспортных грузов в смешанном сообщении

Клепиков В.П., д.т.н., профессор НИУ ВШЭ

Аннотация. В работе представлена функция цели деятельности центра смешанных перевозок экспортных грузов. Разработан алгоритм и блок-схема программы расчета логистических параметров для реализации смешанных перевозок экспортных грузов мультимодальным логистическим оператором.

Ключевые слова: смешанная перевозка, склад, регулирование, складские емкости, транспортное средство, поток грузов, пропускная способность.

Logistics on delivery export freights in the mixed message

Klepikov V.P., d.o.s., professor SRU HSE

Annotation. In the article, the function of the purpose of activity of the center of mixed transportations of export freights is presented. The algorithm and the block the scheme of the program of calculation of logistic parameters for realization of mixed transportations of export freights by the multimodal operator is developed.

Keywords: intermodal transportation, warehouse, regulation, warehouse capacities, vehicles, stream freights, pass capacity.

Рассматриваемая модель перевозочного процесса в смешанном сообщении использует железнодорожный и морской виды транспорта, с перевалкой в портах [1-10]. В данной работе рассматриваются поставки экспортных отечественных грузов зарубежным потребителям на условиях CIF.Грузовые партии экспортных грузов консолидируются на складах грузоотправителей, затем от склада грузоотправителя железнодорожным транспортом доставляются до порта перевалки, в порту идет накопление грузопотоков до размера судовых партий, потом груз перегружается на борт судна и далее морским транспортом перевозится в порты грузополучателей.

Основные этапы деятельности оператора смешанной [1] перевозки представлены на следующем рисунке.

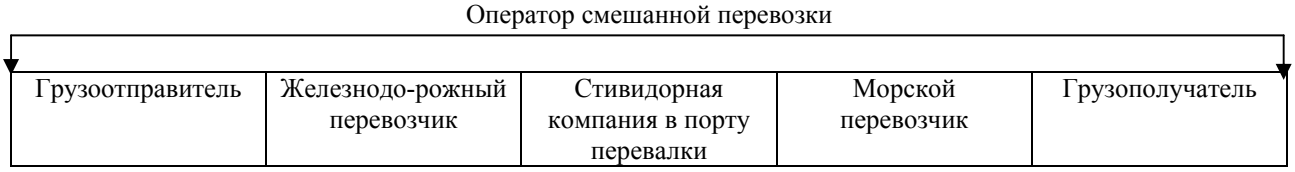


Рис. 1

Для организации процесса доставки оператор смешанной перевозки взаимодействует с:

- грузоотправителями;
- железной дорогой;
- перевалочным комплексом в порту;
- морским перевозчиком груза;
- грузополучателем или его агентом в порту выгрузки.

Процесс организации смешанной перевозки состоит из двух взаимосвязанных задач:

1. Расчет параметров необходимой инфраструктуры и потребляемых транспортных средств на всех этапах доставки. По заданному грузообороту на предприятиях грузоотправителей и в портах эта методика позволяет определить: техническое оснащение грузовых фронтов, потребность в грузовых причалах и время занятости их выполнением грузовых работ при обработке судов, размеры складских площадей у грузоотправителей и в портах, оптимальное количество железнодорожных путей различного назначения и их длину, необходимое число погрузо-разгрузочных механизмов, количество локомотивов заданной мощности, количество вагонов необходимых для организации перевозки продукции.

2. Реализация эффективных схем доставки с учетом затрат на каждом этапе смешанной перевозки. Для решения этой проблемы совместно применяются методики расчета стыковых пунктов и расчета параметров материально-технических ресурсов мультимодальной транспортировки реализованные в программном комплексе «Центр», имеющего следующий алгоритм.

Пусть имеется K грузоотправителей, которые согласно внешнеэкономических контрактов, в соответствии с производственными возможностями, технологическими особенностями, наличием соответствующей транспортной инфраструктуры на промышленном предприятии и в порту перевалки поставляют продукцию грузополучателям на условии CIF.

Ставится задача – определить необходимое количество железнодорожных вагонов и морского флота необходимых для перевозки заданного объема грузов $V_{зад}$ в расчетный период времени T от складов грузоотправителей до портов выгрузки конечных потребителей с минимальными транспортными издержками.

При этом мощности складской инфраструктуры в портах должны соответствовать соответствующим интегральным отгрузочным мощностям грузоотправителей, а каждая из них в отдельности должна обеспечивать переработку соответствующих грузопотоков. То же самое относится к инфраструктурным показателям магистрального железнодорожного транспорта и морского флота.

Функция цели задачи представлена следующим соотношением:

$$\sum_{k=1}^{K}\sum_{l=1}^{L}\sum_{i=1}^{P(l)} A_{kli} m_{kli} f_{kli} \to \min, \quad (1)$$

где A_{kli} (при $i=1$) – величины издержек на судовую партию; (при $i=2$) – величины издержек для одного сухопутного транспортного средства.

Рассматриваются два $(L=2)$ этапа (l) транспортировки:

$l=1$ – сухопутная перевозка;

$l=2$ – морская перевозка.

$P(l)$ – (при $l=2$) число тоннажных групп судов, (при $l=1$) – число тарифных групп сухопутной перевозки. Тоннажная группа — это флот с одинаковой грузоподъемностью. Стоимость сухопутной транспортировки различается в зависимости от тарифной группы (типа транспортного средства и его загрузки, количества этих транспортных средств в каждой отправке).

$m_{kli} - (l = 1)$ число судовых партий заданного тоннажа, $(l = 2)$ число сухопутных транспортных средств заданной тарифной группы.

$f_{kli} - (l = 1)$ число отправок судовых партий заданного тоннажа, $(l = 2)$ число сухопутных отправок заданных тарифных групп.

Ограничения задачи представляется так:

$$\begin{cases} 0 \le m_{kli} \le m^*_{kli}, \\ 0 \le f_{kli} \le f^*_{kli}, \\ \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{P(l\neq 2)} V^c_{ki} m_{ki} f_{ki} = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{P(l=2)} q^в_{cp} m_{ki} f_{ki} \ge V_{зад.} \end{cases}, (2)$$

где $m^*_{kli} = T / t_{kli}, t_{kli} = 2 * t_{kli}(дв.) + 2 * t_{kli}(ст.)$,

где $t_{kli}, t_{kli}(дв.), t_{kli}(ст.)$ – время кругового рейса, время хода, время стоянок для судов и наземных транспортных средств соответственно; f^*_{kli} – ограничение на число судов(наземных транспортных средств) заданных тоннажных(тарифных) групп; V^c_{ki} – количество груза в соответствующей судовой партии, $q^в_{cp}$ – среднее количество груза в наземном транспортном средстве.

Решением данной задачи является определение оптимального количества железнодорожных вагонов и морских судов, необходимых для транспортировки заданного количества продукции, завезенной за расчетный период времени.

Практика организации смешанных перевозок показывает, что для эксплуатационных целей, возможно рассматривать доставку грузов с каждого предприятия, как самостоятельный мультимодальный процесс. В результате решение общей нелинейной задачи (1)-(2) распадается на K самостоятельных нелинейных задач, решение которых возможно современными численными методами.

Параметры перевозочного процесса на этапах выполнения мультимодальной перевозки, используемые в алгоритме.

1. Накопление грузов и отгрузка продукции со складов грузоотправителей в железнодорожные вагоны:

- стоимость хранения на складе единицы груза в единицу времени у k-го грузоотправителя $Ax_k(t)$ [руб/(т*сутки)];
- мощность производства P_k [т/сутки];
- интенсивность погрузки готовой продукции в железнодорожные вагоны Mg_k [т/ сутки];
- стоимость погрузки единицы груза в вагон $Ав_k$ [руб./т];
- N_k – число грузовых отправок по железной дороге.

2. Доставка продукции по железной дороге от места производства до склада портового перевалочного комплекса:

- железнодорожный тариф перевозки $Ажд_k$ [руб/т];
- стоимость подачи и уборки вагонов под загрузку у грузоотправителей $Апу_k$ [руб./ вагон];
- стоимость подачи и уборки вагонов под выгрузку в порту перевалки Апу [руб./вагон];
- $a^{жд}_k$ – время железнодорожной перевозки от k-го грузоотправителя до пункта перевалки груза [сутки];
- $A_{хк}(t)$ – стоимость хранения единицы груза в единицу времени на колесах, на второстепенных путях [руб/(т*сутки)] ;
- $A_д$ – стоимость дополнительных услуг оказываемых железной дорогой, таких как: взвешивание вагонов на железнодорожных весах, отслеживание вагонов в пути следования, пломбирование вагонов и т.д. [руб./вагон].

3. Накопление в порту до разметов судовой партии и отгрузка продукции из порта на морской транспорт:

- $G_{ск}$ – объем складских помещений под судовую партию груза [т];
- $A_{вск}$ – стоимость выгрузки с вагона на склад [руб./т];
- $A_{сс}$ – стоимость погрузки со склада на борт судна [руб./т];

- $A_{ск}(t)$ – стоимость хранения единицы груза в единицу времени на складе стивидорной компании [руб./(т*сутки)].

4. Доставка груза из порта перевалки в порт назначения конечного получателя:

- $M_{ПЕР}$ – норма перевалки груза на борт судна в единицу времени [т/сутки];
- $A_{вс}$ – стоимость погрузки груза с железнодорожного вагона на борт судна [руб./т];
- $A_{сс}$ – стоимость погрузки со склада на борт судна [руб./т];
- $T_{п}$ – дата постановки судна под загрузку [сутки];
- G_{s} – размер судовой партии груза [т] ;
- $A_{фр}$ – стоимость фрахта судна [руб./т] ;
- $a_{пог}$ – число дней под погрузку судна [сутки];
- $a_{выг}$ – число дней под выгрузку судна [сутки];
- $A_{дем}$ – стоимость простоя судна под погрузкой или выгрузкой, сверх установленного договором морской транспортировки срока (демередж) [руб./сутки];
- $a_{мор}$ – время хода судна до порта выгрузки [сутки];
- $M_{выг}$ – норма выгрузки с судна в порту назначения в единицу времени [т/сутки].

Для моделирования перевозочного процесса составим сетевой график Гантта (рис. 2), отражающий транспортные работы по доставке груза за условный период времени Т. На представленном графике каждая работа изображается горизонтальным отрезком, длина которого в соответствующем масштабе равна времени ее исполнения. Законченные циклы транспортных работ по доставке груза назовем транспортной операцией. Последовательное выполнение транспортных операций по доставке груза от грузоотправителя до грузополучателя будем называть перевозочным процессом. Введем обозначение времени производства работ по доставке груза от грузоотправителей до борта судна через $(a\ k)i\ j$,

Индексы обозначают следующее:

k – порядковый номер грузоотправителя;

i – номер железнодорожной отправки от k –го грузоотправителя;

j – порядковый номер соответствующей транспортной работы по i железнодорожной отправке груза Q_{ki}.

Транспортные работы у всех грузоотправителей однотипны, но время выполнения работ и стоимость работ различны. Будем различать следующие виды транспортных работ:

j=1 – накопление грузов у грузоотправителя (1-я транспортная работа);

j=2 – отгрузка продукции со складов грузоотправителей в железнодорожные вагоны (2-я транспортная работа);

j=3 – доставка продукции по железной дороге от места производства до склада портового перевалочного комплекса железнодорожным транспортом (3-я транспортная работа);

j=4 – накопление продукции в порту до разметов судовой партии (4-я транспортная работа);

Время производства работ для морского транспорта – $(a_s)_m$,s – номер судовой партии, m – порядковый номер транспортной работы морского транспорта. Комплекс работ по морской транспортировке представим следующим образом:

m=1 – подход судна под погрузку (1-я транспортная работа);

m=2 – отгрузка продукции из порта на морской транспорт (2-я транспортная работа);

m=3 – доставка груза из порта перевалки в порт назначения конечного получателя (3-я транспортная работа);

Каждая последующая работа по i-ой отправке груза может быть начата, только после окончания предыдущей. Время производства работы, от одного грузоотправителя, по разным отправкам может различаться (рис. 2). Следующая работа по отправке может начинаться с некоторой задержкой.

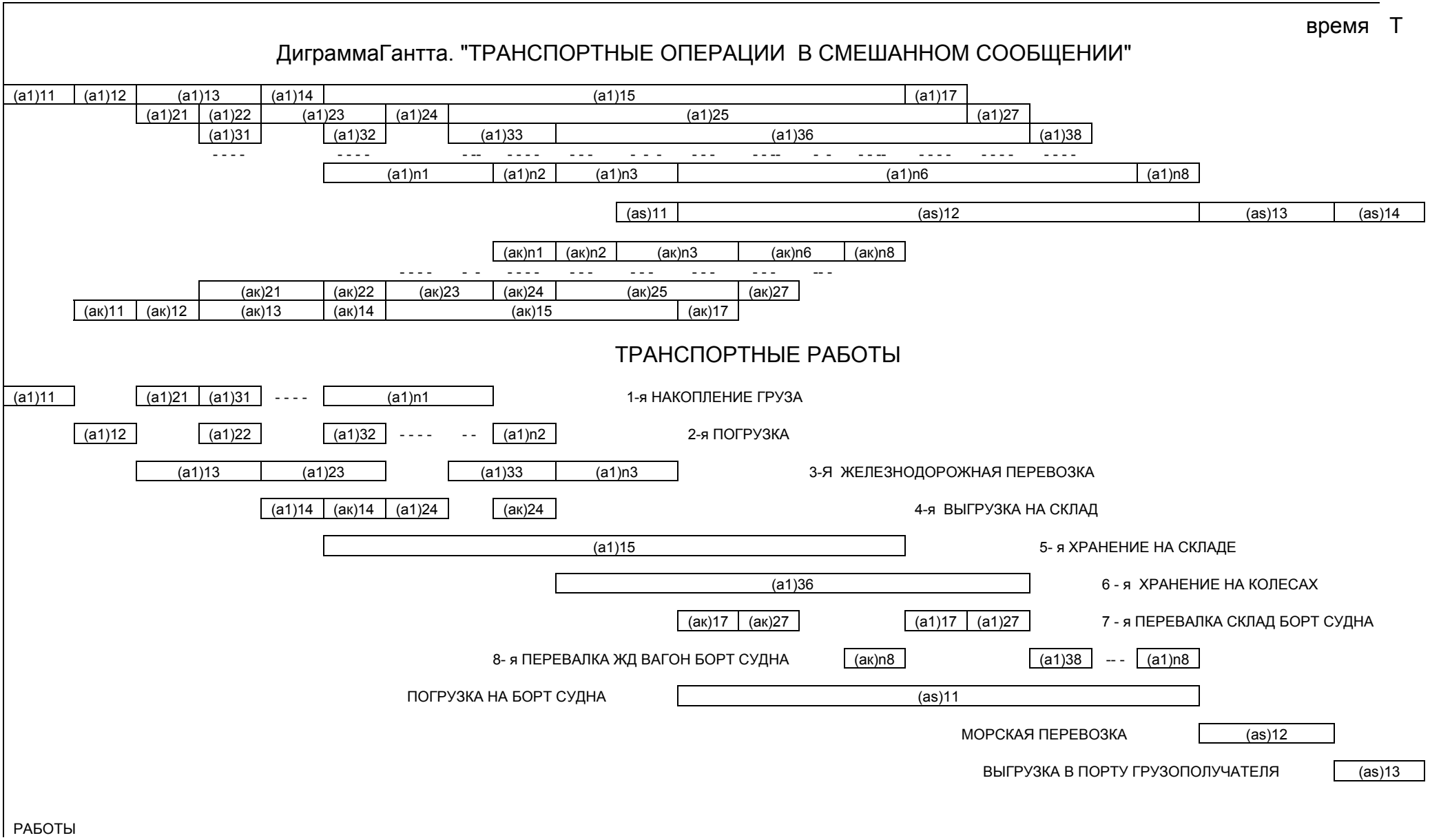

время Т
ДиграммаГантта. "ТРАНСПОРТНЫЕ ОПЕРАЦИИ В СМЕШАННОМ СООБЩЕНИИ"
(а1)11
(а1)12
(а1)13
(а1)14
(а1)15
(а1)17
(а1)21
(а1)22
(а1)23
(а1)24
(а1)25
(а1)27
(а1)31
(а1)32
(а1)33
(а1)36
(а1)38
(а1)n1
(а1)n2
(а1)n3
(а1)n6
(а1)n8
(as)11
(as)12
(as)13
(as)14
(ак)n1
(ак)n2
(ак)n3
(ак)n6
(ак)n8
(ак)21
(ак)22
(ак)23
(ак)24
(ак)25
(ак)27
(ак)11
(ак)12
(ак)13
(ак)14
(ак)15
(ак)17
ТРАНСПОРТНЫЕ РАБОТЫ
1-я НАКОПЛЕНИЕ ГРУЗА
2-я ПОГРУЗКА
3-Я ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНАЯ ПЕРЕВОЗКА
4-я ВЫГРУЗКА НА СКЛАД
5- я ХРАНЕНИЕ НА СКЛАДЕ
6 - я ХРАНЕНИЕ НА КОЛЕСАХ
7 - я ПЕРЕВАЛКА СКЛАД БОРТ СУДНА
8- я ПЕРЕВАЛКА ЖД ВАГОН БОРТ СУДНА
ПОГРУЗКА НА БОРТ СУДНА
МОРСКАЯ ПЕРЕВОЗКА
ВЫГРУЗКА В ПОРТУ ГРУЗОПОЛУЧАТЕЛЯ
РАБОТЫ

Рис. 2

Перевозочный процесс будет оптимальным в том случае, когда достигается минимум издержек по доставке груза в течение всего времени перевозочного процесса.

Расходы по содержанию складов у грузоотправителей зависят: от величины отправки груза по железной дороге, стоимости хранения на складе грузоотправителя единицы груза в единицу времени $Ax_k(t)$. При этом $Q_{ki}=(\alpha_к)_i * D$, где: D – грузоподъемность вагона, $(\alpha_к)_i$– число вагонов в i-ой отправке, k-го грузоотправителя. Издержки на погрузку каждой отправки в железнодорожные вагоны зависят от: стоимости погрузки единицы груза в железнодорожный вагон $Ав_k$, нормы погрузки готовой продукции в железнодорожные вагоны Mg_k, стоимости подачи и уборки вагонов под загрузку у грузоотправителей $Апу_k$, от величины отправки Q_{ki}.

$(A_k)_{i1} = \Psi_1 (D , (\alpha_к)_i , Ax_k(t))$; $(A_k)_{i2} = \Psi_2 (D , (\alpha_к)_i , Ав_k, Mg_k , Апу_k)$;

Время для выполнения транспортных работ могут быть получены на основании фактического материала реализации транспортных схем или на основании экспертных оценок или получены путем вычисления (1-я работа и 2-я работа) :

$$(a_k)_{i1} = (\alpha_к)_i * D/ P_k; \qquad (a_k)_{i2} = (\alpha_к)_i * D/ Mg_k,$$

где P_k – мощность производства у k –го грузоотправителя.

Стоимость железнодорожной перевозки и время ее выполнения (3-я транспортная работа) зависят от следующих параметров перевозочного процесса: расстояния перевозки в груженном состоянии L_{ki}, скорости движения подвижного состава V_{ki} , величины железнодорожной отправки, дальности перевозки вагонов в порожнем состоянии $L_{ki}^{пор}$ (при использовании собственных или арендованных вагонов), стоимости дополнительных услуг оказываемых железной дорогой $A_д$.

$(A_k)_{i3}= \Psi_3 (D , (\alpha_к)_i , L_{ki} , V_{ki} , L_{ki}^{пор}, A_д)$, $\qquad (a_k)_{i3} = L_{ki}/ V_{ki}$.

Издержки на 4-ю транспортную работу (выгрузка грузовой партиина склад в порту перевалки) и время ее выполнения являются функцией следующих параметров: стоимости выгрузки единицы груза с

железнодорожного подвижного состава на склад стивидорной компании $A_{вск}$, величины грузовой партии, интенсивности перевалки груза с вагона на склад $M_{вск}$, стоимости подачи и уборки вагонов под выгрузку в порту перевалки $A_{пу}$.

$(A_k)_{i4} = \Psi_4 (D , (\alpha_к)_i , A_{вск} , M_{вск} , A_{пу}),$ $(a_k)_{i4} = Q_{ki}/ M_{вск}$.

Объем складских помещений в порту выделенный для данной партии ограничен и равен $G_{ск}$. При поступлении груза в пункт перевалки проверяется условие:

$$\sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N_k} Q_{ki} \le G_{ск} \quad (2)$$

в случае его выполнения, поступающая партия груза хранится на складе стивидорной компании. Издержки хранения на складе зависят от следующих параметров: стоимости хранения единицы груза в единицу времени на складе стивидорной компании $A_{ск}(t)$; временем нахождения груза на складе $(a_k)_{i5}$; величины грузовой партии. Время выполнения 5-ой транспортной работы определяется следующим образом:

$$(a_k)_{i5} = T_п - (T_k)_i^{ск}$$

где: $T_п$– дата постановки судна под загрузку; $(T_k)_i^{ск}$ – дата поступления груза на склад.

В свою очередь:

$$(T_k)_i^{ск} = (T_k)_i^{от} + (a_k)_{i3} + (a_k)_{i4} ,$$

где $(T_k)_i^{от}$ – дата отправки партии груза, от k-го грузоотправителя.

Таким образом:

$$(A_k)_{i5} = \Psi_5 (D , (\alpha_к)_i , A_{ск}(t) , (T_k)_i^{от} , T_п).$$

Если, по прибытии груза в пункт перевалки не соблюдается условие (2), то хранение осуществляется в железнодорожных вагонах на подъездных путях. По аналогии с предыдущей транспортной работой запишем:

$(A_k)_{i6} = \Psi_6 (D , (\alpha_к)_i , A_{хк}(t) , (T_k)_i^{от} , T_п),$ $(a_k)_{i6} = T_п - (T_k)_i^{хк},$

где $A_{хк}(t)$– стоимость хранения единицы груза в единицу времени на колесах, $(T_k)_i^{хк}$– дата начала хранения грузана колесах, в железнодорожных вагонах, $(T_k)_i^{хк} = (T_k)_i^{от} + (a_k)_{i3} + (a_k)_{i4}$.

Рассмотрим издержки и время выполнения транспортных работ морского транспорта. Стоимость 1-й транспортной работы (подход судна с рейда под погрузку) включается в стоимость фрахта судна, время ее выполнения учитывается в транспортных работах стивидорной компании.

Издержки на перевалку груза на борт судна (2-я транспортная работа морского транспорта) и время ее выполнения зависят от следующих параметров: размер судовой партии G_s ; норма перевалки груза на борт судна в единицу времени $M_{ПЕР}$; стоимость выгрузки единицы груза со склада на борт судна $A_{сс}$; стоимость выгрузки единицы груза с вагона на борт судна $A_{вс}$.

$(A_s)_2 = \Psi_2^s (G_s, M_{ПЕР}, A_{сс}, A_{вс})$, $(a_s)_2 = G_s / M_{пер}$.

В свою очередь, время выполнения 2-ой работы морского транспорта и ее стоимость, можно представить следующим образом:

$$(a_s)_2 = (\sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{Nk} Q_{ki}) / M_{пер} ; \qquad (A_s)_2 = \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{Nk} ((A_k)_{i7} + (A_k)_{i8}) .$$

Издержки морской транспортировки груза (3-я транспортная операция морского транспорта) и время ее выполнения зависят от : размера судовой партии G_s, типа судна K_c , возраста судна $K_т$, конъюнктуры фрахтового рынка $K_р$, расстояния перевозки $L_м$, средней скорости перевозки $v_м$.

$$(A_s)_3 = \Psi_3^s (G_s, L_м, K_c, K_т, K_р), \qquad (a_s)_3 = L_м / v_м .$$

При поставке продукции грузополучателю на условии CIF, расходы по разгрузке судна в порту назначения (4-я транспортная операция) как правило не входят в стоимость транспортной составляющей в цене продукции. Однако, время выполнения работ по разгрузке судна $(a_s)_4 = G_s / M_{выг}$ необходимо учитывать, т.к. при несоблюдении условия:

$$(a_s)_3 + (a_s)_4 \le a_{пог} + a_{выг},$$

стоимость $(A_s)_3 = A_{фр}$ увеличивается на величину $A_{дем}$,

где $M_{выг}$ – норма выгрузки судна в порту назначения, а $_{пог}$– число дней под погрузку судна (по условиям чартера) , а $_{выг}$– число дней под разгрузку судна (по условиям чартера) , $A_{дем}$– стоимость простоя судна под погрузкой или выгрузкой сверх установленного чартером срока.

По условиям внешнеторгового контракта оговаривается дата поставки продукции в порт назначения $T_{дат}=T_п+(a_s)_3+(a_s)_4$.

Таким образом, стоимость транспортной составляющей является функционалом, зависящим от следующих параметров перевозочного процесса в смешанном сообщении:

$$A = \sum_{j=1}^{6}\psi_j + \sum_{m=2}^{3}\psi_m = \Psi\ (D\ ,\ (\alpha_к)_i\ ,\ Ax_k(t),\ Aв_k,\ Mg_k\ ,\ A_{пуk},\ P_k,\ L_{ki}\ ,\ V_{ki}\ ,$$

$$L_{ki}^{пор},\ A_д\ ,A_{вск}\ ,\ M_{вск},\ \ A_{пу},\ A_{ск}(t)\ ,\ (T_k)_i^{от}\ ,\ T_п,\ A_{хк}(t)\ ,\ G_s,\ M_{пер}\ ,\ A_{сс}\ ,\ A_{вс},\ L_м,\ ,$$

$$M_{выг},A_{фр},\ K_с,\ K_т,\ K_р,\ A_{дем},\ T_{дат}) \qquad (3)$$

Полная стоимость А должна удовлетворять условию:

$$A \le E, \qquad (4)$$

где Е – стоимость транспортной составляющей по условиям внешнеэкономического контракта.

Перевозочный процесс в смешанном сообщении будет оптимальным при соблюдении условия (4) и минимальном значении функционала (3). Варьируя параметрами перевозочного процесса в смешанном сообщении определяем минимум функционала Ψ. Большая часть параметров (3) перевозочного процесса в смешанном сообщении взаимосвязаны. Для определения минимума функционала Ψ можно применить различные способы, в частности метод последовательных приближений. В этом случае итерации необходимо вести поэтапно и в комплексе.

Изложенная модель перевозочного процесса в смешанном сообщении, была реализована автором в комплексе программ «Центр».

Комплекс программ написан на универсальном языке программирования С++ с использованием компилятора MicrosoftVisualC++[1].

Укрупненная блок схема комплекса программ представлена на рис.3.

Блок I. Вводятся исходные данные для расчета суммарных издержек перевозки в смешанном сообщении, а также времени осуществления перевозочного процесса. В качестве исходных данных принимаются параметры смешанной перевозки входящие в функционал (3).

Блок II. Печать исходных данных. Распечатывая или просматривая введенные исходные данные, осуществляем их проверку.

Блок III. Определение издержек и времени работ по отправке груза от поставщиков.

$$A_{гр}= \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N_k} \sum_{j=1}^{2} [(A_k)_{ij} (a_k)_{ij}] ; \qquad a_{гр}= (T_k)_i^{от}{}_{max} - (T_k)_i^{от}{}_{min},$$

где: $A_{гр}$ – величина издержек для работ по отправке груза от производителей продукции, $a_{гр}$ – время отправки судовой партии от грузоотправителей, $(T_k)_i^{от}{}_{max}$ –последняя дата отправки груза от поставщиков продукции, $(T_k)_i^{от}{}_{min}$– дата первой отправки груза от поставщиков.

Блок IV. Вычисление издержек и времени работ по железнодорожной отправке груза.

$$A_{жд}= \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N_k} [(A_k)_{ij}(a_k)_{ij}] , j=3 ; \qquad a_{жд}= (T_k)_i^{от}{}_{max} - (T_k)_i^{от}{}_{min}+ (a_k)_{i3\ max},$$

где $A_{жд}$ – величина издержек железнодорожной отправки груза от производителей продукции, $a_{жд}$ – время отправки судовой партии от грузоотправителей, $(a_k)_{i3\ max}$– время выполнения последней железнодорожной перевозки от грузоотправителей.

Блок V. Определение издержек и времени работ по выгрузке до размера судовой партии. Груз хранился в порту, в зависимости от вида продукции, на колесах в железнодорожных вагонах, в открытых и закрытых складах стивидорной компании. При перевалке груза на борт судна использовался как прямой вариант (вагон-борт судна), так и смешанный вариант погрузки (вагон-склад-борт судна).

$$A_{ст}= \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N_k} \sum_{j=4}^{6} [(A_k)_{ij}(a_k)_{ij}] ; \qquad a_{ст}= T_п- (T_k)^{xp}{}_{min},$$

где $A_{ст}$ – величина издержек по хранению груза в порту перевалки и его выгрузки на склад, $a_{ст}$ – время хранения груза, $(T_k)^{xp}{}_{min}$ – дата прибытия первой партии в порт перевалки.

Блок VI. Вычисление издержек и времени работ по перевалки груза на борт судна:

$$A_{пер}= \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{N_k} \sum_{j=7}^{8} [(A_k)_{ij}(a_k)_{ij}] ; \qquad a_{пер}= G_s / M_{пер},$$

где: $A_{пер}$ – величина издержек по перевалке груза на борт судна, $a_{пер}$– время в течении которого осуществляется погрузка продукции на борт судна.

Блок VII. Определяется время выгрузки судна в порту назначения $a_{наз}= G_s/M_{выг}$.

Блок VIII. Определение издержек морской перевозки. С учетом найденных величин $a_{пер}$и $a_{наз}$ осуществляется корректировка стоимости морского фрахта $A_{фр}$.

Блок IX. Вычисление суммарных издержек смешанной перевозки:

$$A= A_{гр} + A_{жд} + A_{ст} + A_{пер} + A_{фр},$$

и осуществление контроля за $T_{дат}$– датой поставки продукции.

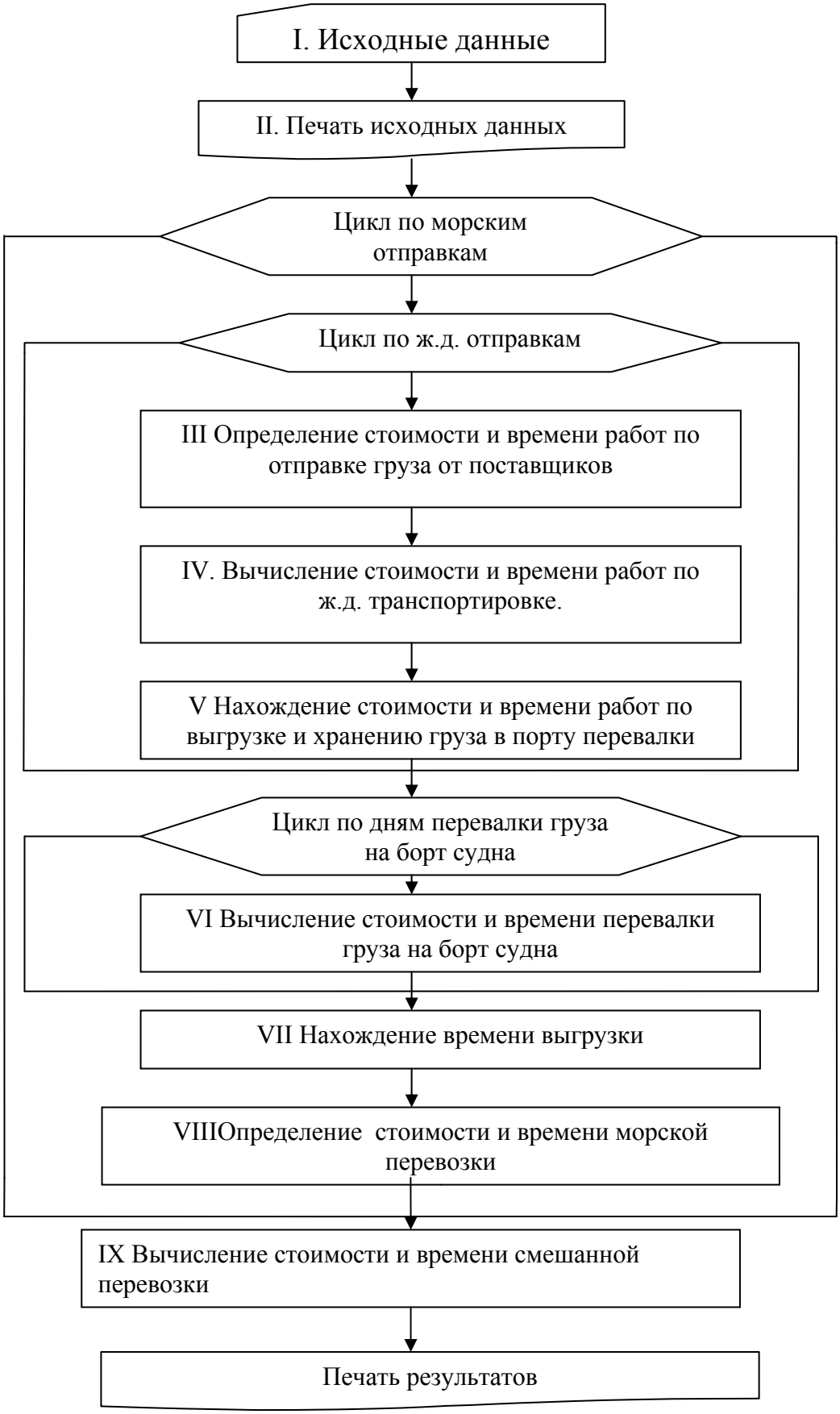


Рис. 3 – Блок схема алгоритма программ.

Библиографический список

1. Клепиков В.П. Методология комплексного развития транспортных систем в проектах взаимодействия железнодорожного и морского транспорта/ Автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук. Москва. 2007, Московский государственный университет путей сообщения, 48 с.

2. Сергеев В.И. Корпоративная логистика: 300 ответов на вопросы профессионалов. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 976 с.

3. Прокофьева Т.А., Сергеев В.И. Логистические центры в транспортной системе России. – М.: Экономическая газета,2012. – 524с.

4. Клепиков В.П. Технико-экономический анализ стоимостных составляющих мультимодальных перевозок // ТРАНСПОРТ Наука, Техника, Управление. – 2006. – № 6. – С.36-40.

5. Сергеев В.И., Будрина Е.В., Домнина С.В., Дыбская В.В. Корпоративная логистика в вопросах и ответах / Под ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М,2014. – 634

6. Сергеев В.И., Эльяшевич И.П. Логистика снабжения. – М. Юрайт, 2015. – 524 с.

7. Клепиков В.П. Смешанные перевозки российских экспортных грузов. – М.: РосКонсульт, 2004. – 224 с.

8. Сергеев В.И. Логистика и управление цепями поставок. М.: Юрайт, 2014. – 479 с.

9. Дыбская В.В. Логистика и управление цепями поставок. М.: ИНФРА-М, 2014. – 557 с.

10. Герами В.Д., Колик А.В. Управление транспортным системами. М.: Юрайт, 2015. – 510 с.