Инженерный вестник Дона, №2 (2017)
ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2017/4207

Модель оценки издержек в системе складского комплекса

М.Я. Пашаев. М.Ш. Минцаев

Грозненский Государственный Нефтяной Технический Университет им. акад. М.Д. Миллионщикова

Аннотация: В статье [1] были приведены основные источники (объекты и процессы), порождающие издержки – всего 19 возможных источников, объединенных в четыре группы. Для контроля и принятия мер по уменьшению издержек целесообразно построение формализованной модели и на ее основе программной системы, которая бы позволяла оценивать все издержки. Построению указанной модели и посвящена данная статья. Статья по оценке суммарных издержек по всем возможным факторам, приводящих к потерям и издержкам в складском грузообороте, в литературе нет. Близкими являются статьи [2, 3].
Ключевые слова: складские помещения, склад, транспортная логистика, издержки, функциональная схема.

1. Построение формализованной модели оценки издержек

Построим формализованную модель оценки суммарных издержек в складском грузообороте.

Введем обозначения (все показатели соотнесены к периоду в один год и измеряются в тыс. руб.):

Группа 1- Содержание складских помещений: $А_з$ - амортизация складских зданий; $А_{Об}$ - амортизация складского оборудования; $П_{рем}$ - затраты на профилактический ремонт; $О_{ком}$ - расходы на отопление, электроэнергию и воду; $С_{зд}$ - страхование’ зданий; $З_н$ - земельный налог; $А_п$ - арендная плата.

Группа 2 - Затраты на обслуживающий персонал: $З_{пл}$ - заработная плата складских рабочих и служащих; $Р_{соц}$ - расходы на социальные нужды.

Группа 3 - Затраты на транспортные средства: $А_{ТС}$ – амортизация ТС; $Р_{топ}$ - расходы на топливо и энергию; $Р_{рем\_ТС}$ - расходы на профилактический и текущий ремонт; $З_{ст\_н\_ТС}$ - страхование и налоги на транспортные средства.

Группа 4 - Убытки от хранения запасов: $О_{СК}$ - охрана складов и других сооружений СК; $М_{стар}$ - старение материалов; $П_{прир}$ – коррозия, грызуны и другие аналогичные потери природного характера; $И_{расх\_ош}$ - расхождение в результатах инвентаризаций (ошибки учета отпуска и приемки); $X_{им}$ – кражи и хищения имущества; $П_{рын}$ - потери вследствие понижения цен; $С_{зап}$ - страхование запасов [6].

Таким образом, сформирован состав из двадцати показателей: $А_з$; $А_{Об}$; $П_{рем}$; $О_{ком}$; $С_{зд}$; $З_н$; $А_п$; $З_{пл}$; $Р_{соц}$; $А_{ТС}$; $Р_{топ}$; $Р_{рем\_ТС}$; $З_{ст\_н\_ТС}$; $О_{СК}$; $М_{стар}$; $П_{прир}$; $И_{расх\_ош}$; $Х_{им}$; $П_{рын}$; $С_{зап}$. Суммарные годовые издержки являются суммой всех перечисленных показателей. Однако, представляет интерес задача снижения суммарных издержек путем вложения дополнительных средств в каждый из перечисленных вид издержек. Естественно встает задача выбрать такой вариант издержек, который бы обеспечил максимальное уменьшение суммарных издержек с учетом также вложенных средств. То есть, как один из возможных допускается вариант, когда окажется, что рациональнее всего не вкладывать никаких средств в уменьшение издержек. В этой связи необходимо описать зависимость издержек по каждому из перечисленных показателей в зависимости от вложенных средств. Дополнительно представляет интерес задача внедрения технологий ССН с целью уменьшения издержек каждого типа [4].

Будем предполагать, зависимость издержек каждого типа от объема вложенных в их уменьшение средств носит экспоненциальный характер. То есть для издержек по показателю $P= P(z)$, зависящих от объема вложенных средств z, справедливо соотношение:

$$P(z) = P^{(0)} \cdot \left(\frac{\delta(P)}{\delta(P) + z} \right)^{-\alpha(p)}$$

где $P^{(0)}$ - начальный уровень издержек, $\alpha(P)$ – коэффициент эластичности, описывающий величину процента, на который уменьшаются издержки заданного типа P при увеличении на 1% вложений на их уменьшение; $\delta(P)$ - минимально приемлемый уровень вложения средств, при котором можно обеспечить снижения уровня издержек по факторам, описываемым показателем P. Указанная степенная зависимость с постоянным коэффициентом эластичности достаточно широко используется при решении различных задач экономического содержания; в частности при оценке затрат разных типов [7]. Эта зависимость может быть обоснована следующими соображениями. Пусть уже выделены средства в объеме z на уменьшение издержек типа P; при этом объем издержек уменьшился до величины $P(z)$. Тогда вложение дополнительных средств в объеме Δ при достаточно малых значениях Δ приводит к уменьшению издержек на величину, пропорциональную величине Δ, уже достигнутому уровню издержек $P(z)$, так как чем меньше уже достигнутый в результате целенаправленных действий уровень издержек, тем меньше возможностей для дальнейшего их уменьшения; указанное уменьшение обратно пропорционально величине вложенных средств ($\delta(P)+z$), поскольку чем больше достижения в работе по уменьшению издержек, тем сложнее и затратнее реализовывать эффективно на эти цели дополнительные средства. При малых значениях Δ все перечисленные зависимости можно считать простейшими: для $P(z)$ линейной, для z – обратно-линейной. Получаем приближенное равенство

$$P(z+\Delta)-P(z)\cong-\alpha(P)P(z)\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z}\Delta,$$

где знак минус указывает, что издержки уменьшаются при увеличении вложений, а $\delta(P)$ в числителе добавлено как нормировочный коэффициент для обеспечения совпадения единиц измерения в левой и правой частях последнего равенства. Из последнего равенства после деления на Δ и перехода к пределу при $\Lambda\to 0$, получаем дифференциальное уравнение

$$P'(z)=-\alpha(P)\frac{P(z)}{\delta(P)+z}.$$

Полученное уравнение решается методом разделения переменных; получаем $P(z)=P(0)\left(\dfrac{\delta(P)}{\delta(P)+z}\right)^{\alpha(P)}$. Поученное выражение для издержек $P(z)$ совпадает с приведенным выше [5].

Наконец, приведенная выше интерпретация коэффициента эластичности следует из следующего непосредственно проверяемого равенства: $\alpha(P)=-\dfrac{d\ln(P(z))}{d\ln z}$, которое по существу является определением коэффициента эластичности для функции $P(z)$.

Полученное выражение для зависимости величины издержек от объема вложенных средств применимо ко всем перечисленным выше показателям издержек. Ниже при использовании этих показателей вместо обозначения P для показателя будут использоваться конкретные виды этих показателей, перечисленные выше. Дополнительно примем, что эффект от внедрения технологий контроля издержек, опирающиеся на данные ССН, изменяют значение величины издержек скачкообразно. Кроме того, необходимо отметить. Что не все перечисленные выше показателя сколь-нибудь значимо реагируют на внедрение технологий, использующих данные ССН. Поэтому выделим, прежде всего, те показатели, которые реагируют (в большей или меньшей степени) на ССН-технологии. Активно реагируют на ССН-технологии следующие показатели [8,9].

Группы 1 и 2 – на показатели данных групп данные ССН практически никакого влияния не оказывают.

Группа 3 – среди показателей данной группы особо важны данные ССН для показателя P_{mon}, так как позволяют контролировать и обеспечивать оптимальную маршрутизацию работы ТС и минимизацию топливных и других сопутствующих расходов. Также данные ССН полезны для показателя $P_{рем\_TC}$, так как могут быть использованы для контроля за процессом нахождения ТС в зоне выполнения профилактического или текущего ремонта.

Группа 4 – среди показателей данной группы особо важны данные ССН для показателя $O_{СК}$, поскольку охрана складов и других сооружений СК на основе разработанной выше концепции предполагает активное использование данных ГЛОНАСС. Данные ССН полезны в также для показателя $И_{расх\_ош}$, так как эти данные могут быть использованы для реального контроля наличия или отсутствия груза, движения его во времени и перемещения по территории склада. Наконец, эти данные крайне важны для показателя $Х_{им}$, поскольку они могут служить основой активизации системы тревожной сигнализации и оповещения ответственных лиц при попытках кражи или хищения имущества.

Таким образом, для следующих пяти показателей данные, полученные от ССН, востребованы в разной степени для уменьшения издержек, которые характеризуются этими показателями: $Р_{топ}$,, $Р_{рем\_ТС}$, $О_{СК}$, $И_{расх\_ош}$, $Х_{им}$.

Разобьем весь набор показателей на две группы:

набор показателей $\Im$, не представляющих значимого интереса с точки зрения необходимости внедрения ССН-технлогий $\Im = (А_з;\ А_{Об};\ П_{рем};\ О_{ком};\ С_{зд};\ З_н;\ А_п;\ З_{пл};\ Р_{соц};\ А_{ТС};\ З_{ст\_н\_ТС};\ М_{стар};\ П_{прир};\ П_{рын};\ С_{зап})$;

набор показателей $\Im_{ГЛ}$, для которых внедрение ССН-технлогий позволит значимо понизить величину описываемого ими ущерба $\Im_{ГЛ} = (Р_{топ}$,, $Р_{рем\_ТС}$, $О_{СК}$, $И_{расх\_ош}$, $Х_{им})$.

На основе приведенных выше соотношений задача уменьшения суммарных издержек в СК путем вложения дополнительных средств может быть формализована следующим образом. Пусть на уменьшение издержек по показателю P выделены средства в объеме $z(P)$ по всем перечисленным выше показателям издержек. Задана максимальная величина Z_0 допустимых затрат на уменьшение издержек. Далее, предположим, что отдельно рассматривают средства на развитие ССН-технологий в информационной системе СК для уменьшения издержек по перечисленным выше пяти показателям, и пусть $k(P, z) < 1$ – коэффициент, отображающий, во сколько раз уменьшаются издержки по показателю P при вложении средств в объеме z в развитие технологий использования данных ГЛОНАСС для контроля показателя P. По тем же соображениям, что и выше при анализе произвольного показателя P, можно считать, что $k(P,z) = r(P)\left(\dfrac{\omega(P)}{\omega(P)+z}\right)^{\gamma(P)}$

где $r(P)$ – начальный уровень суммарных издержек по показателю P, связанных с использованием ССН-технологий, $\gamma(P)$ – коэффициент эластичности от вложения средств в развитие ССН-технологий по контролю издержек, описываемым показателем P; $\omega(P)$ – минимально приемлемый уровень вложений в развитие ССН-технологий применительно к показателю P. Требуется найти такое распределение средств между всеми типами издержек в рамках выделенных средств, чтобы была минимальна суммарная величина издержек и затрат, то есть:

$$Z = Z(z) = \sum_{P\in\Im} P(0)\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(P)} + \sum_{P\in\Im_{ГЛ}} P(0)\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(P)} \cdot r(P)\left(\frac{\omega(P)}{\omega(P)+z(P)}\right)^{\gamma(P)} +$$

$$+ \sum_{P\in\Im\cup\Im_{ГЛ}} z(P) \to \min \qquad (1)$$

при условии

$$\sum_{P\in\Im\cup\Im_{ГЛ}} z(P) \le Z_0 \qquad (2)$$

и $z(P) \ge 0$ для всех $P \in \Im \cup \Im_{ГЛ}$. (3)

Здесь

$$z = \big(z(A_з); z(A_{Об}); z(П_{рем}); z(O_{ком}); z(C_{зд}); z(З_н); z(A_п); z(З_{пл}); z(P_{соц}); z(A_{ТС}); z(P_{топ}); z(З_н);$$

$$z(P_{рем\_ТС}); z(З_{ст\_н\_ТС}); z(O_{СК}); z(З_{ст\_н\_ТС}); z(M_{стар}); z(П_{прир}); z(И_{расх\_ош}); z(X_{им}); z(П_{рын});$$

$$z(C_{зап});z(P^{ГЛ}_{рем\_ТС});z(P^{ГЛ}_{топ});z(O^{ГЛ}_{СК});z(X^{ГЛ}_{расх\_ош});z(X^{ГЛ}_{им})\big).$$

Для большей наглядности перепишем соотношения (3.1) – (3.3) в раскрытом виде:

$$Z = A_з(0)\left(\frac{\delta(A_з)}{\delta(A_з)+z(A_з)}\right)^{\alpha(A_з)} + A_{Об}(0)\left(\frac{\delta(A_{Об})}{\delta(A_{Об})+z(A_{Об})}\right)^{\alpha(A_{Об})} + П_{рем}(0)\left(\frac{\delta(П_{рем})}{\delta(П_{рем})+z(П_{рем})}\right)^{\alpha(П_{рем})} +$$

$$+O_{ком}(0)\left(\frac{\delta(O_{ком})}{\delta(O_{ком})+z(O_{ком})}\right)^{\alpha(O_{ком})} + C_{зд}(0)\left(\frac{\delta(C_{зд})}{\delta(C_{зд})+z(C_{зд})}\right)^{\alpha(C_{зд})} + З_н(0)\left(\frac{\delta(З_н)}{\delta(З_н)+z(З_н)}\right)^{\alpha(З_н)} +$$

$$+A_{ТС}(0)\left(\frac{\delta(A_{ТС})}{\delta(A_{ТС})+z(A_{ТС})}\right)^{\alpha(A_{ТС})} + З_{ст\_н\_ТС}(0)\left(\frac{\delta(З_{ст\_н\_ТС})}{\delta(З_{ст\_н\_ТС})+z(З_{ст\_н\_ТС})}\right)^{\alpha(З_{ст\_н\_ТС})} + M_{стар}(0)\left(\frac{\delta(M_{стар})}{\delta(M_{стар})+z(M_{стар})}\right)^{\alpha(M_{стар})} +$$

$$+M_{стар}(0)\left(\frac{\delta(M_{стар})}{\delta(M_{стар})+z(M_{стар})}\right)^{\alpha(M_{стар})} + П_{прир}(0)\left(\frac{\delta(П_{прир})}{\delta(П_{прир})+z(П_{прир})}\right)^{\alpha(П_{прир})} +$$

$$+П_{рын}(0)\left(\frac{\delta(П_{рын})}{\delta(П_{рын})+z(П_{рын})}\right)^{\alpha(П_{рын})} + C_{зап}(0)\left(\frac{\delta(C_{зап})}{\delta(C_{зап})+z(C_{зап})}\right)^{\alpha(C_{зап})} +$$

$$+P_{топ}(0)\left(\frac{\delta(P_{топ})}{\delta(P_{топ})+z(P_{топ})}\right)^{\alpha(P_{топ})} \cdot r(P_{топ})\left(\frac{\omega(P_{топ})}{\omega(P_{топ})+z(P^{ГЛ}_{топ})}\right)^{\gamma(P_{топ})} +$$

$$+P_{рем\_ТС}(0)\left(\frac{\delta(P_{рем\_ТС})}{\delta(P_{рем\_ТС})+z(P_{рем\_ТС})}\right)^{\alpha(P_{рем\_ТС})} r(P_{рем\_ТС})\left(\frac{\omega(P_{рем\_ТС})}{\omega(P_{рем\_ТС})+z(P^{ГЛ}_{рем\_ТС})}\right)^{\gamma(P_{рем\_ТС})} +$$

$$+O_{СК}(0)\left(\frac{\delta(O_{СК})}{\delta(O_{СК})+z(O_{СК})}\right)^{\alpha(O_{СК})} r(O_{СК})\left(\frac{\omega(O_{СК})}{\omega(O_{СК})+z(O^{ГЛ}_{СК})}\right)^{\gamma(O_{СК})} +$$

$$+И_{расх\_ош}(0)\left(\frac{\delta(И_{расх\_ош})}{\delta(И_{расх\_ош})+z(И_{расх\_ош})}\right)^{\alpha(И_{расх\_ош})} \cdot r(И_{расх\_ош})\left(\frac{\omega(И_{расх\_ош})}{\omega(И_{расх\_ош})+z(X^{ГЛ}_{расх\_ош})}\right)^{\gamma(И_{расх\_ош})} +$$

$$+X_{им}(0)\left(\frac{\delta(X_{им})}{\delta(X_{им})+z(X_{им})}\right)^{\alpha(X_{им})} r(X_{им})\left(\frac{\omega(X_{им})}{\omega(X_{им})+z(X^{ГЛ}_{им})}\right)^{\gamma(X_{им})} +$$

$$+\big(z(A_з)+z(A_{Об})+z(П_{рем})+z(O_{ком})+z(C_{зд})+z(З_н)+z(A_п)+z(З_{пл})+$$

$$+z(P_{соц})+z(A_{ТС})+z(P_{топ})+z(З_{н})+z(P_{рем\_ТС})+z(З_{ст\_н\_ТС})+z(O_{СК})+z(З_{ст\_н\_ТС})+z(M_{стар})+z(П_{прир})+$$

$$+z(И_{расх\_ош})+z(X_{им})+z(П_{рын})+z(C_{зап})+z(P^{ГЛ}_{рем\_ТС})+z(P^{ГЛ}_{топ})+z(O^{ГЛ}_{СК})+z(X^{ГЛ}_{расх\_ош})+z(X^{ГЛ}_{им})\big)\rightarrow\min$$

(1`)

при условии

$$+z(P_{соц})+z(A_{ТС})+z(P_{топ})+z(З_{н})+z(P_{рем\_ТС})+z(З_{ст\_н\_ТС})+z(O_{СК})+z(З_{ст\_н\_ТС})+z(M_{стар})+z(П_{прир})+$$

$$+z(И_{расх\_ош})+z(X_{им})+z(П_{рын})+z(C_{зап})+z(P^{ГЛ}_{рем\_ТС})+z(P^{ГЛ}_{топ})+z(O^{ГЛ}_{СК})+z(X^{ГЛ}_{расх\_ош})+z(X^{ГЛ}_{им})\big)\le Z_0$$

(2`)

где минимум берется по всем величинам

$z(A_з) \geq 0$, $z(A_{Об}) \geq 0$, $z(П_{рем}) \geq 0$, $z(O_{ком}) \geq 0$, $z(C_{зд})\geq 0$, $z(З_н) \geq 0$, $z(A_п) \geq 0$, $z(З_{пл}) \geq 0$,

$z(P_{соц}) \geq 0$, $z(A_{ТС}) \geq 0$, $z(P_{топ}) \geq 0$, $z(P_{рем\_ТС}) \geq 0$, $z(З_{ст\_н\_ТС}) \geq 0$, $z(O_{СК}) \geq 0$, $z(M_{стар}) \geq 0$,

$z(П_{прир}) \geq 0$, $z(И_{расх\_ош}) \geq 0$, $z(X_{им}) \geq 0$, $z(П_{рын}) \geq 0$, $z(C_{зап}) \geq 0$, $z(P^{ГЛ}_{рем\_ТС}) \geq 0$, $z(P^{ГЛ}_{топ}) \geq 0$,

$z(O^{ГЛ}_{СК}) \geq 0$, $z(X^{ГЛ}_{расх\_ош}) \geq 0$, $z(X^{ГЛ}_{им}) \geq 0$. (3`)

Задача (1) – (3) относится к классическим задачам математического программирования. Для ее решения имеется много методов [2, 3]. В работы выбраны методы градиентного спуска, поскольку, во-первых, эти методы хорошо зарекомендовали себя при решении задач математического программирования, а во-вторых, в данном случае градиент целевой функции Z имеет относительно простой вид с учетом сложности самой функции Z. Опишем более детально процедуру решения.

2. Процедура решения задач минимизации издержек

Пусть z есть вектор, компонентами которого являются все переменные, по которым проводится оптимизация, то есть все компоненты вектора z.

В соответствии с одним из вариантов многомерного метода градиентного поиска - метода проекции градиента [2, с.273], выбираем начальное значение вектора переменных, равное нулевому вектору: z = $\bar{0}$=(0;0;…;0) , то есть никакие средства никуда не вкладываются. Далее необходимо записать рекуррентные соотношения: $z_{n+1} = \lambda \cdot \pi(z_n - Z'(z_n))$, где π – оператор проектирования на множество ограничений значений переменой z, которое задается ограничениями (2.) и (3); $Z'(z) = grad\ Z(z)$, и ввиду (3.1) $Z'(z_n)$ состоит из компонентов вида:

для показателей $P \in \Im$

$$\frac{\partial Z(z)}{\partial z(P)} = \frac{\partial}{\partial z(P)}\left(P(0)\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(\Pi_{рем})} + z(P)\right) = -P(0)\,\alpha(\Pi_{рем})\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(\Pi_{рем})-1} \frac{\delta(P)}{(\delta(P)+z(P))^2} + 1 =$$

$$= -\frac{\alpha(\Pi_{рем})\ P(0)}{\delta(P)}\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(\Pi_{рем})+1} + 1 \tag{4}$$

для показателей $P \in \Im_{ГЛ}$ аналогично получаем

$$\frac{\partial Z(z)}{\partial z(P)} = -P(0)\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^{\alpha(\Pi_{рем})} r(P)\left(\frac{\omega(P)}{\omega(P)+z(P)}\right)^{\gamma(P)}\left(\frac{\alpha(P)}{\delta(P)}\left(\frac{\delta(P)}{\delta(P)+z(P)}\right)^2 + \frac{\gamma(P)}{\omega(P)}\left(\frac{\omega(P)}{\omega(P)+z(P)}\right)^2\right) + 1 \tag{5}$$

Таким образом,

$$Z'(z) = grad\ Z(z) = \left(\frac{\partial Z(z)}{\partial z(P)}; P \in \Im \cup \Im_{ГЛ}\right) \tag{6}$$

Оператор проектирования $\pi(A)$, где $A = (a_1, a_2, ..., a_{20})$, в рассматриваемой задаче представляет собой следующее. Выполняются следующие этапы процедуры проецирования.

1. Просматриваются все компоненты вектора A. Если $a_i < 0$, то заменяем a_i на нулевое значение, то есть полагаем $a_i = 0$.

2. Если в результате выполнения этапа 1 все компоненты вектора A оказались нулевыми, то полагаем $\pi(A)=(0;\ 0;\ \dots;\ 0)$, и процедура нахождения вектора $\pi(A)$ прекращается. В противном случае переходим к шагу 3.

3. Находим величину $M = \sum_{ш-1}^{20} a_i$. Очевидно, в данном случае $M > 0$. Заменяем координату a_i на величину a_i/M. Полученный вектор и является значением проекции $\pi(A)$. Процедура нахождения вектора $\pi(A)$ прекращается.

Реализация этапа 2 позволяет обеспечить выполнение условий (3), а реализация 3 позволяет обеспечить выполнение условий (2). Для выбора значения параметра λ можно воспользоваться 3) [2, с.274] выбора этого параметра. Из (4) и (5) выводим, что для любого показателя P справедлива оценка:

$$\left|\frac{\partial Z(z)}{\partial z(P)}\right| \le \left|1 - \frac{\alpha(П_{рем})\, P(0)}{\delta(P)}\right| \quad \text{для} \quad P \in \Im \quad \text{и} \quad \left|\frac{\partial Z(z)}{\partial z(P)}\right| = \left|1 - P(0) r(P)\left(\frac{\alpha(P)}{\delta(P)} + \frac{\gamma(P)}{\omega(P)}\right)\right| \quad \text{для} \quad P \in \Im_{ГЛ} \tag{7}$$

откуда следует выполнение условия Липшица для функции $Z(z)$ с константой

$$L = \sum_{P \in \Im}\left|1 - \frac{\alpha(П_{рем})\ P(0)}{\delta(P)}\right| + \sum_{P \in \Im_{ГЛ}}\left|1 - P(0) r(P)\left(\frac{\alpha(P)}{\delta(P)} + \frac{\gamma(P)}{\omega(P)}\right)\right|, \tag{8}$$

то есть для любых z_1 и z_2 ввиду (3.7) справедливо неравенство $|Z(z_1) - Z(z_2)| \le L|z_1 - z_2|$. Поэтому ввиду [Л21, с.274] в методе проекции градиента можно взять $\lambda = \dfrac{2}{L + 2\,\varepsilon}$, где ε – требуемая точность результата.

Таким образом, процедура поиска решения задачи (1) – (3) может быть представлена в следующем виде. Пусть $\varepsilon > 0$ – заданная точность нахождения результата, Z_0 - допустимый объем затрат на совершенствование системы контроля и уменьшения издержек всех типов, в том числе с использованием ССН-технологий.

1. Полагаем $n = 0$, $z_n = z_0 = \bar{0}$.

2. Увеличиваем n на единицу: $n := n + 1$, и находим $z_n = \lambda \cdot \pi(z_{n-1} - Z'(z_{n-1}))$, где процедура вычисления проекции вектора $\pi(\ )$ описана выше, вектор $Z'(z)$ находится на основе соотношений (3.5), (3.4) и (3.5), а константа λ находится на основе соотношений $\lambda = \dfrac{2}{L + 2\,\varepsilon}$ и (3.8).

3. Если выполнено условие $|z_n - z_{n-1}| < \varepsilon$, то процесс поиска прекращается, и в качестве оптимального варианта z_0 берется значение z_n, то есть полагаем $z_0 = z_n$. В противном случае, то есть $|z_n - z_{n-1}| \geq \varepsilon$, переедим к этапу 2.

Для практической реализации описанной процедуры необходимо также описать процедуру формирования исходных данных. Напомним, что исходными данными являются [10,11].

1. Величины $P(0)$ для всех показателей $P \in \Im \cup \Im_{ГЛ}$, то есть $А_з(0)$; $А_{Об}(0)$; $П_{рем}(0)$; $О_{ком}(0)$; $С_{зд}(0)$; $З_н(0)$; $А_п(0)$; $З_{пл}(0)$; $Р_{соц}(0)$; $А_{ТС}(0)$; $З_{ст\_н\_ТС}(0)$; $М_{стар}(0)$; $П_{прир}(0)$; $П_{рын}(0)$; $С_{зап}$ (0); $Р_{топ}(0)$; $Р_{рем\_ТС}(0)$; $О_{СК}(0)$; $И_{расх\_ош}(0)$; $Х_{им}(0)$. Также нужны оценки минимально допустимого уровня вложения $\delta(P)$ для каждого показателя $P \in \Im \cup \Im_{ГЛ}$. Значения этих показателй индивидуальны для каждого СК и поэтому должны оцениваться уже непосредственно при внедрении результатов работы.

2. Значения величин $r(P)$ для $P \in \Im_{ГЛ}$ начального уровня потерьб, связанных с использованием (в частности, с возможным отсутствием) ССН-технологий при контроле факторов, определяющих показатель P, то есть значения $r(Р_{топ})$, $r(Р_{рем\_ТС})$, $r(О_{СК})$, $r(И_{расх\_ош})$, $r(Х_{им})$. Оценки минимально допустимого уровня вложения ω(P) для каждого показателя индивидуальны

для каждого СК и поэтому должны оцениваться уже непосредственно при внедрении результатов работы.

3. Коэффициенты эластичности $\alpha(P)$ по каждому виду издержек, $P \in \Im \cup \Im_{ГЛ}$, и коэффициенты эластичности $\gamma(P)$ от вложения средств в развитие ССН-технологий по контролю издержек, описываемым показателем P, $P \in \Im_{ГЛ}$ по отношению в объему вложенных средств. Данные коэффициенты эластичности в целом должны быть типовыми для большинства СК. В литературе оценки их значений найти не удалось. Оценки их значений требуют дополнительного исследований экономического характера, что выходит за рамки данного диссертационного исследования. На основе экспертного опроса экспертной группы из трех преподавателей экономического факультета были получены следующие первичные оценки для этих коэффициентов, которые и предполагается использовать при внедрении результатов:

$\alpha(A_з) = 0{,}02$; $\alpha(A_{Об}) = 0{,}035$; $\alpha(П_{рем}) = 0{,}4$; $\alpha(O_{ком}) = 0{,}6$; $\alpha(C_{зд}) = 0{,}01$, $\alpha(З_н) = 0{,}005$; $\alpha(A_п) = 0{,}01$; $\alpha(З_{пл}) = 1{,}5$; $\alpha(P_{соц}) = 1{,}1$; $\alpha(A_{ТС}) = 1{,}6$; $\alpha(З_{ст\_н\_ТС}) = 0{,}2$; $\alpha(M_{стар}) = 0{,}5$; $\alpha(П_{прир}) = 1{,}2$; $\alpha(П_{рын}) = 0{,}4$; $\alpha(C_{зап}) = 0{,}9$; $\alpha(P_{топ}) = 0{,}7$; $\alpha(P_{рем\_ТС}) = 1{,}8$; $\alpha(O_{СК}) = 1{,}1$; $\alpha(И_{расх\_ош}) = 1{,}4$; $\alpha(X_{им}) = 1{,}8$;

$\gamma(P_{топ}) = 1.8$; $\gamma(P_{рем\_ТС}) = 0{,}5$; $\gamma(O_{СК}) = 2{,}4$; $\gamma(И_{расх\_ош}) = 1{,}5$; $\gamma(X_{им}) = 2{,}8$.

При выборе величины ε точности конечного результата будем исходить из следующих соображений. Так как обычно издержки измеряются в тысячах рублей, то объемы затрат по каждому виду издержек достаточно находить с точностью до 1 руб.; в этом случае $\varepsilon = 0{,}001$. В редких случаях может потребоваться получить результат с точностью до 1 копейки; в этом случае $\varepsilon = 0{,}00001$.

Заключение

В работе построена модель комплексной минимизации по всем видам издержек в складском комплексе (СК). Необходимым условием ее практического внедрения является численная оценка всех перечисленных выше характеристик применительно к конкретному СК.

Литература

1. Пашаев М.Я., Минцаев М.Ш., Хасамбиев И.В. Анализ задач автоматизации управления процессом промышленного грузооборота. / Материалы III Всероссийской научно-практической конференции, Грозненский государственный нефтяной технический университет им. М.Д. Миллионщикова, 2014. с. 92 – 98.

2. Основные типы складских издержек. URL: mirznanii.com/a/251063/osnovnye-tipy-skladskikh-izderzhek

3. Свиридов Ю.В. Навыки и умения логиста. - Киев., Самиздат, 2014. – 122 с.

4. Васильев Ф.П. Методы оптимизации. – М., Факториал пресс, 2002. — 824 с.

5. Агальцев В.П. Математические методы в программировании. М., ИНФРА-М, Издательский дом Форум, 2006 г. – 224 с.

6. Грузовой железнодорожный транспорт России в 2010-2015 гг // Институт проблем естественных монополий URL: ipem.ru/research/rail_transport/rail_presentations/135.html

7. Веретенникова И.И. Амортизация и амортизационная политика. М. Финансы и статистика: 2004. - 192 с.

8. Веремеенко А.А., Веремеенко Е.Г. Проблемы взаимодействия порта и автомобильного транспорта // Инженерный вестник Дона, 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1692/

9. Зырянов В.В., Веремеенко Е.Г. Развитие рынка автомобильных перевозок

в России // Инженерный вестник Дона. 2012. №4(часть2) URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1297/

10. Zyryanov, V. and V. Kocherga, 2006. Simulation for development of urban traffic: the rostov-on-don approach of traffic management. 13th World Congress on Intelligent Transport Systems and Services 13, ITS: Delivering Transport Excellence. 2015, Alcatel, Atkins, et al., Ford Motor Company, International Business Wales, LogicaCMG, pp: 55-57.

11. Zyryanov, V., V. Fialkin and P. Keridy, 2010. Integrated microsimulation to evaluate freight on urban network and operation at inner port area. 17th world congress on intelligent transport systems, its 2010, Daebo Communication and Systems (DBCS), Ericsson, et al., HiPlus, Hyundai, Kia Motors, pp: 105-107.

References

1. Pashaev M.Ya., Mincaev M.Sh., Hasambiev I.V. Analiz zadach avtomatizacii upravlenija processom promyshlennogo gruzooborota. [Materialy III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Groznenskij gosudarstvennyj neftjanoj tehnicheskij universitet im. M.D. Millionshhikova], 2014. pp. 92 – 98.

2. Osnovnye tipy skladskih izderzhek [The main types of warehouse costs]. URL: mirznanii.com/a/251063/osnovnye-tipy-skladskikh-izderzhek.

3. Sviridov Ju.V. Navyki i umenija logista [Logistics skills]. Kiev., Samizdat, 2014. 122 p.

4. Vasil'ev F.P. Metody optimizacii [Optimization methods]. M., Faktorial press, 2002. 824 p.

5. Agal'cev V.P. Matematicheskie metody v programmirovanii [Mathematical methods in programming]. M., INFRA-M, Izdatel'skij dom Forum, 2006 g. 224 p.

6. Gruzovoy zheleznodorozhnyy transport Rossii v 2010-2015 gg. [Freight rail transport in Russia in 2010-2015]. Institut problem estestvennykh monopoliy URL: .ipem.ru.research.rail_transport.rail_presentations.135.html.

7. Veretennikova I.I. Amortizatsiya i amortizatsionnaya politika. M.

Finansy i statistika. [Depreciation and amortization policy]. 2004. 192 p.
8. Veremeenko A.A., Veremeenko E.G. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1692/
9. Zyrjanov V.V., Veremeenko E.G. I Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №4 (part 2). URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1297/
10. Zyryanov, V. and V. Kocherga, 2006. Simulation for development of urban traffic: the Rostov-on-Don approach of traffic management. 13th World Congress on Intelligent Transport Systems and Services 13, ITS: Delivering Transport Excellence. 2015, Alcatel, Atkins, et al., Ford Motor Company, International Business Wales, LogicaCMG, pp: 55-57.
11. Zyryanov, V., V. Fialkin and P. Keridy, 2010. Integrated microsimulation to evaluate freight on urban network and operation at inner port area. 17th world congress on intelligent transport systems, ITS 2010, Daebo Communication and Systems (DBCS), Ericsson, et al., HiPlus, Hyundai, Kia Motors, pp: 105-107.