

УДК 658.051.012

Е.А. ДРУЖИНИН, М.С. МАЗОРЧУК, І.А. АНИКИН

Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАТРАТ НА УПРАВЛЕНИЕ СТРАХОВЫМИ ЗАПАСАМИ РЕСУРСОВ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ НОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Предложена модель определения способа хранения страховых запасов ресурсов в процессе выполнения проектов создания сложных технических систем на основе комплексного анализа затрат. Рассмотрены основные параметры управления ресурсным обеспечением проектов. Предложена структурная схема и модель для расчета затрат, связанных с обеспечением проектов страховыми запасами.

проекты создания новой техники, страховые запасы ресурсов, модель определения затрат

Постановка проблемы

Управление ресурсами проектов является одной из наиболее важных задач, поскольку отсутствие в нужный момент необходимого оборудования или материально-технических средств может привести к нежелательным последствиям: задержка выполнения работ, увеличение времени и затрат проекта, снижения уровня качества выполняемых работ. Учитывая современные рыночные условия Украины, характеризующиеся высоким уровнем конкуренции и постоянными изменениями внешней экономической среды, управлению ресурсами проектов создания новой техники (ПСНТ) следует уделять особое внимание, поскольку на них оказывают большое влияние множество факторов. Существующие подходы и методы, а также информационные системы управления ресурсами, в основном, направлены на решение задач в условиях циклической производственной деятельности и не позволяют решить задачи, связанные с обеспечением страховыми ресурсами проектов. Поэтому является актуальной разработка моделей и методов, направленных на минимизацию затрат, связанных с ресурсным обеспечением ПСНТ.

1. Анализ существующих методов управления ресурсами

Методам управления ресурсами, как предприятий, так и проектов, которые позволяют минимизи-

ровать затраты на содержание и выполнение заказов, в литературе уделяется немало внимания, поскольку затраты на ресурсы есть одна из основных составляющих стоимости любой конечной продукции. Однако, многие предлагаемые отечественными и зарубежными авторами модели и системы, хорошо работают на предприятиях, занимающихся сборкой конечной продукции в условиях работы под заказ или массовом производстве (классическая модель Уилсона, модель с фиксированным объемом заказа, MRP-системы), где необходим контроль ресурсного обеспечения в процессе циклической производственной деятельности [1], а также в различных организациях (склады, магазины), где необходим постоянный контроль пополнение запаса в зависимости от спроса на продукцию во времени – модели с фиксированным периодом [2, 3].

При управлении ПСНТ обеспечивающие ресурсы необходимы в течение определенного времени – периода реализации проекта. После окончания проекта многие ресурсы высвобождаются. Перед менеджером проекта и исполнителями ставится задача анализа и оценки необходимости создания страховых запасов ресурсов в условиях ограниченного бюджета и времени. Отсутствие в нужный момент необходимых ресурсов может привести к простоею и значительным убыткам по проекту, однако содержание страховых запасов также может являться до-

рогостоящим делом. На данный момент решению этой задачи в комплексе не было уделено внимания.

Целью данной работы является разработка модели анализа и оценки состояния хранения ресурсов страховых запасов в процессе реализации ПСНТ, которая позволила минимизировать издержки на хранение и возможные убытки.

2. Основные положения

Определение необходимого объема страховых ресурсов для проекта является оптимизационной задачей, поскольку существует противоречие между затратами на содержание (хранение) запаса продуктов или оборудования и затратами, связанных с приведением ресурсов в работоспособное состояние (временные простои, ведущие к возможным штрафам вследствие удлинения срока реализации проекта). Задача также усложняется тем, что необходимо учитывать ликвидационную стоимость страховых запасов в случае их неиспользования, поскольку ПСНТ, как отмечалось выше, является временным предприятием и по его окончанию ресурсы высвобождаются. Следует также учитывать риски, связанные с реализацией ПСНТ, поскольку проектирование новой техники может потребовать повторное проведение испытаний, непредвиденное проведение работ по обеспечению качества и др., что в свою очередь также потребует дополнительных ресурсов.

Было выделено четыре основных состояния хранения ресурса в соответствии с жизненным циклом ресурса (ЖЦР): денежные средства (Д), транспортный и складской запас (С), монтаж и хранение в форме «холодного резерва» (М), хранение в форме «горячего резерва» (ГР). Каждый из способов хранения требует затраты как на покупку ресурса и приведение его в работоспособное состояние, так и затраты на поддержание его в таком состоянии (издержки хранения).

Затраты на хранение ресурсов в любом состоянии напрямую являются функцией времени. Поскольку величина отказа оборудования или нехват-

ки ресурсов в определенный момент времени является случайной величиной, то и затраты на хранение будут являться случайной величиной.

Затраты на приведение ресурса в работоспособное состояние известны заранее и допускается, что они являются постоянными на всем промежутке времени реализации проекта (не учитываются возможные риски морального и физического старения, риски не поставки материалов и оборудования в будущем и др.). Однако потери по проекту, связанные с простоем и невыполнением работ в заданное время, также будут зависеть от времени и являться случайной величиной.

Учитывая это, можно сделать вывод, что создание страховых запасов ресурсов может, как положительно отразиться на эффективности выполнения проекта, так и отрицательно, в зависимости от времени проявления рисков и их интенсивности, а также величины возможных убытков. Поэтому важно определить вид хранения запаса с учетом ЖЦР и обеспечить рациональный план поступления и хранения дополнительных страховых ресурсов с учетом рисков возникновения неблагоприятных событий.

3. Основные параметры для определения уровня запасов обеспечивающих ресурсов

Рассмотрим влияние ЖЦР на эффективность выполнения проекта на примере дополнительного оборудования. Как отмечалось выше, для ресурсов можно определить четыре основных способов хранения: деньги, склад, монтаж и горячий резерв. *Затраты на хранение*, будут зависеть от времени хранения и определяться видом страхового запаса - его состоянием хранения.

Переход из одного состояния хранения в другое определяется стоимостью самого ресурса и стоимостью работ по транспортировке, монтажу, подключению. Это расходы или *затраты на приведение ресурса в работоспособное состояние*.

В конце реализации проекта, неиспользуемые ресурсы необходимо продать, либо демонтировать

или утилизировать. С этими процессами связаны *затраты на ликвидацию* ресурсов.

В случае простоя оборудования и невыполнения работ в запланированные сроки, исполнитель понесет убытки, связанные с выплатой штрафов, неустоек, а, в худшем случае, проект может быть не выполнен. Определим эти затраты, как *штрафные*.

При создании страховых запасов, в каком состоянии они бы не хранились, происходит обесценивание денежных средств, то есть исполнитель также несет *затраты, связанные с уменьшением стоимости денег*.

Все виды перечисленных затрат зависят от времени – времени хранения, при наличии резервов, и времени простоя, в случае невозможности обеспечить дальнейший ход выполнения проекта.

Для структуризации всех видов затрат и последующего анализа были введены следующие условные обозначения (табл. 1).

За каждой работой w_i ($w_i \in W$ – множество работ проекта, $i = \overline{1..I}$) закрепляется множество ресурсов. Это множество ресурсов обозначим через $R_i = \{r_{ij}\}$, где $j = \overline{1..J}$ – список всех доступных для проекта ресурсов. На обеспечение каждой i -й работы ресурсами требуются затраты $Z_{ij(K)}^L$. На рис. 1 предлагается схема формирования затрат по работам проекта и по всему проекту с учетом ЖЦР.

На рисунке показано, что максимальные затраты на выплату штрафа или неустоек при невыполнении проекта в заданные сроки будут при хранении ресурсов в форме денежных средств (в случае проявления последствий факторов риска), однако исполнитель в этом случае максимально минимизирует свои затраты, связанные с хранением, ресурса, приведением его в работоспособное состояние и ликвидацией, поскольку при отсутствии проявления факторов риска резервные денежные средства перейдут просто в прибыль. При хранении оборудования в горячем резерве, в случае проявления факторов рис-

ка исполнителю не придется выплачивать штрафы, поскольку проект может быть закончен во время и простоя не произойдет, однако при отсутствии событий, связанных с риском, исполнитель максимально потерпит убытки, определяемыми затратами на хранение ресурса в таком виде.

4. Модель определения затрат на обеспечение страховыми ресурсами ПСНТ

При определении состояния хранения ресурса необходимо выполнение следующих условий:

1) резервный фонд по проекту не должен нивелировать прибыль проекта:

$$\Delta Z^{np} \leq C^{np} - Z^{np} \quad (1)$$

2) определяемый совокупный объем резервных ресурсов не должен превышать максимально допустимый объем резервного фонда:

$$\Delta Z^{np} \leq Z_{\max(D)}^{np} \quad (2)$$

3) создание резервного фонда должно иметь смысл для исполнителя:

$$C^{np} - Z^{np} - \Delta Z^{np} \geq 0 \quad (3)$$

4) прибыль по проекту в случае создания резервного фонда не должна быть меньше затрат, связанных с обесцениванием денежных средств:

$$C^{np} - Z^{np} - \Delta Z^{np} \geq Z^t. \quad (4)$$

Условие (3) является частным случаем условия (4), поскольку можно допустить, что за некоторый короткий рассматриваемый промежуток времени обесценивание денег не произойдет, и тогда прибыль с учетом создания резервного фонда, полученная исполнителем, должна быть неотрицательной.

При определении состояния хранения ресурса, должны быть учтены следующие условия:

1) создание резервного фонда в форме денежных средств имеет смысл тогда, когда прибыль, полученная в ходе реализации проекта, будет больше штрафных санкций, накладываемых в случае простоя при реализации факторов риска:

$$Z_{(D)}^{ump} < C^{np} - Z^{np} \quad (5)$$

Основные параметры управления ресурсным обеспечением проекта

Обозначение	Характеристика
Z_0^{np}	Затраты на реализацию проекта по смете
ΔZ^{np}	Затраты на обеспечение проекта резервными ресурсами – резервный фонд проекта
Z^{np} $Z^{np} = Z_0^{np} + \Delta Z^{np}$	Затраты на реализацию проекта с учетом затрат на хранение и приведение ресурсов в работоспособное состояние
Z^t	Затраты, связанные с обесцениванием денежных средств в ходе реализации проекта
$Z_{ij}^L(K)$	Затраты по обеспечению j-ми резервными ресурсами i-й работы, где L – множество возможных видов затрат: $L = \{ \text{хранение} = \text{хр.}, \text{ликвидация} = \text{ликв.}, \text{приведение в работ. сост.} = \text{прив.}, \text{штраф} = \text{штр.} \}$ K – множество возможных состояний хранения ресурса: $K = \{ \text{денежные средства} = \text{Д}, \text{транспортровка и склад} = \text{С}, \text{монтаж холодн. рез.} = \text{М}, \text{горячий резерв} = \text{ГР} \}$
$Z_{\max(D)}^{np}$	Максимальный объем резервного фонда в форме денежных средств доступный исполнителю
Z^L ; $Z^L = \sum_{K=1}^4 \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I Z_{ij}^L(K)$	Совокупные затраты на хранение, ликвидацию, приведение в работоспособное состояние или уплату штрафов по проекту
\bar{Z}^L $\bar{Z}^L = \frac{1}{t^{np} - t_1^{зан}} \int_{t_1^{зан}}^{t^{np}} Z^L(t) dt$; $\bar{Z}^L = \frac{\sum_{t=t_1}^{t=t^{np}} Z^L(t)}{t^{np}}$	Среднее значение затрат на хранение, ликвидацию, приведение в работоспособное состояние или уплату штрафов по проекту: - если функция затрат имеет непрерывный характер; - если функция затрат имеет дискретный характер.
\bar{Z}^{tL} ; $\bar{Z}^{tL} = \frac{\bar{Z}^L}{t^{np} - t_1^{зан}}$	Удельное среднее значение затрат в единицу времени
$t_1^{зан}$	Момент создания запасов ресурсов
t^{np} ; $t^{np} = t_0^{np} + \Delta t$	Время реализации проекта с учетом времени выполнения работ по ликвидации последствий проявления факторов риска
t_i	Время выполнения i-й работы
$t_i^{рез}$	Резервное время для выполнения i-й работы
$t_i^{зак}$	Время выполнения заказа для i-й работы
$t_i^{прив}$	Время приведения ресурса в работоспособное состояние для i-й работы
t_0^{np}	Время реализации проекта согласно первоначальному плану
Δt^{np} ; $\Delta t^{np} = \sum_i t_i^{зак} + t_i^{прив}$	Время, необходимое для реализации работ по ликвидации последствий проявления факторов риска
t^{xp}	Время хранения запаса ресурсов в ходе реализации проекта
C^{np}	Суммарный доход по проекту

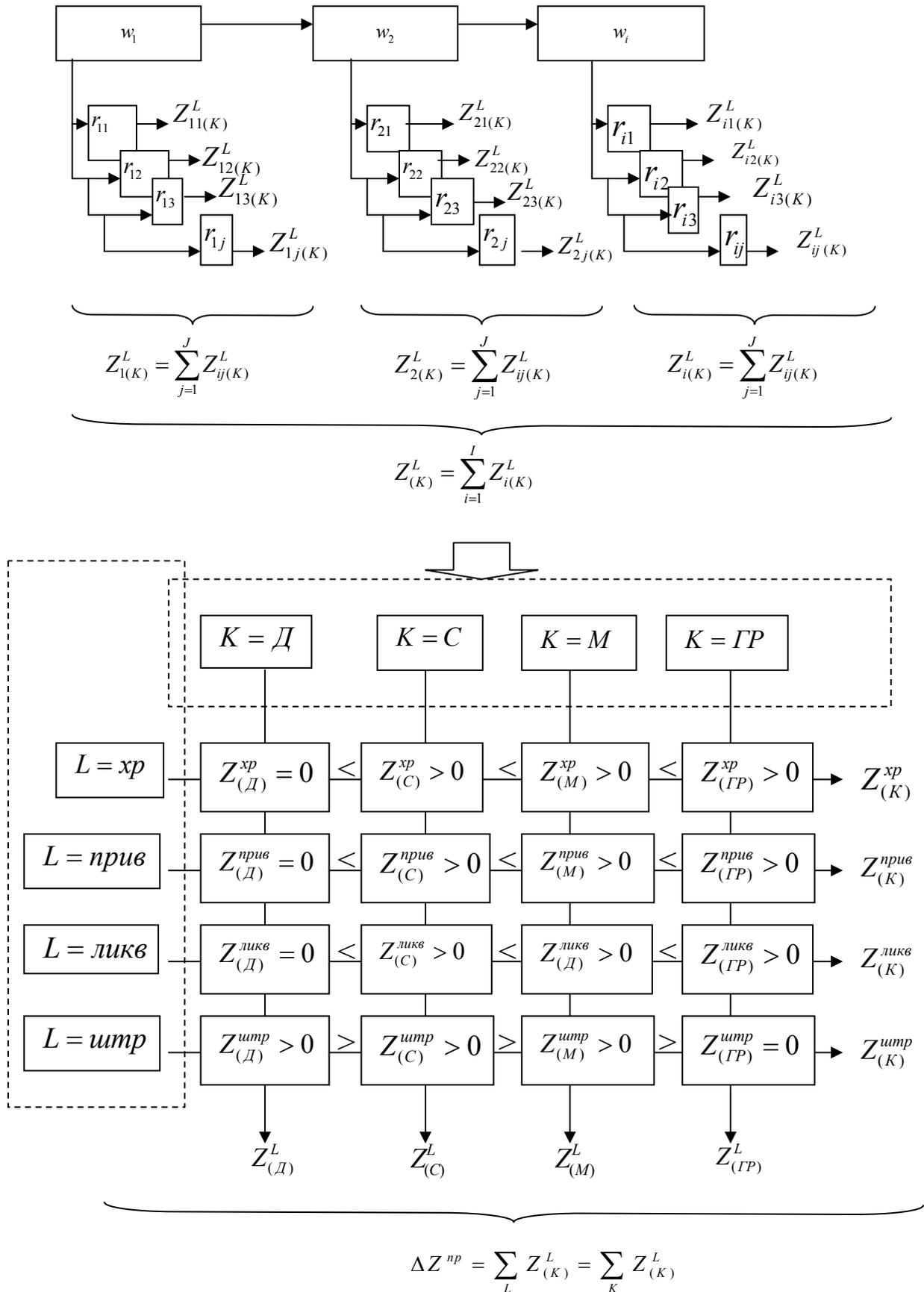


Рис. 1. Структурная схема формирования затрат на резервные ресурсы по работам проекта и проекту в целом

и затраты на приведение ресурса в работоспособное состояние будут не больше максимально допустимого объема резервного фонда:

$$Z_{(D)}^{прив} \leq Z_{\max(D)}^{np} \quad (6)$$

Условие (6) обусловлено тем, что в случае реализации факторов риска для приведения ресурса (оборудование) в работоспособное состояние может потребоваться сумма, значительно большая $Z_{\max(D)}^{np}$.

Тогда создание резервов исполнителем теряет смысл и целесообразно обратиться к другим формам дополнительного финансирования (кредит, коммерческое страхование).

2) создание резервного фонда в состоянии хранения горячего резерва имеет смысл тогда, когда затраты на создание, хранение и поддержание в рабочем состоянии ресурса, а также ликвидацию, будут меньше величины штрафных санкций:

$$Z_{(ГР)}^{xp} + Z_{(ГР)}^{прив} + Z_{(ГР)}^{ликв} \leq Z_{(ГР)}^{штр} \quad (7)$$

В случае необеспечения условий (5 – 7), возможно создание ресурса в форме $K = C$ или $K = M$ – покупки и транспортировки на склад или хранения в режиме холодного резерва. В этом случае необходимо, чтобы выполнялось следующее соотношение:

$$Z_{(C,M)}^{xp} + Z_{(C,M)}^{прив} + Z_{(C,M)}^{ликв} \leq Z_{(C,M)}^{штр} \quad (8)$$

Для выбора наиболее приемлемого варианта состояния хранения дополнительных резервных ресурсов необходимо рассчитать затраты на хранение, приведение ресурсов в работоспособное состояние и ликвидацию в случае реализации риска и при благоприятных условиях и сравнить полученные значения с потерями, ожидаемыми исполнителя в обоих случаях.

Величина резервного фонда в обоих случаях будет определяться как

$$\Delta Z^{np} = \min_{K \in \{K\}} Z_{(K)}, \quad (9)$$

где $Z_{(K)} = \sum_L Z_{(K)}^L$.

Следует отметить, что при определении (9) будут учитываться затраты при хранении ресурса на складе или в состоянии холодного резерва, однако об-

щие ΔZ^{np} могут не оказать отрицательного влияния на прибыль проекта (выполнение условия (1)).

Наиболее сложным моментом при определении состояния хранения ресурса является оценка затрат на хранение ресурса, а также потерь, связанных с простоями, поскольку эти величины являются случайными. В этом случае целесообразно оперировать средними или удельными величинами и для поиска потребности в ресурсах, и, соответственно, оценки затрат использовать методы моделирования.

Управления объемом страховых запасов ресурсов предлагается производить на основе анализа времени реализации проекта, резервного времени работ, а также типа ресурса. В данной статье эта задача не рассматривается.

Выводы

Таким образом, в данной статье рассмотрен один из вопросов управления ресурсами ПСНТ, а именно, приведена модель формирования и определения затрат по проекту с учетом состояний хранения страховых ресурсов. Определены основные параметры и сформулированы основные условия определения состояния хранения страховых запасов ресурсов при реализации ПСНТ.

Литература

1. Чейз Р.Б., Эквилайн Н.Дж., Якобс Р.Ф. Производственный и операционный менеджмент: Пер. с англ. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2003. – 704 с.
2. Букан Дж., Кенигсберг Э.К. Научное управление запасами. – М.: Наука, 1967. – 424 с.
3. Балашевич В.А., Андронов А.М. Экономико-математическое моделирование производственных систем: Учебное пособие для вузов. – М-ск.: Універсітэцкае, 1995. – 240 с.

Поступила в редакцию 8.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. А.Н. Баранов, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.