

# УПРАВЛЕНИЕ СТОИМОСТЬЮ ПОСТАВОК ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ПОСЛЕПРОДАЖНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

## **С.М. ЯМПОЛЬСКИЙ**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры бизнес-аналитики, факультет бизнеса и менеджмента,  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20  
E-mail: syampolsky@hse.ru

## **А.С. ШАЛАМОВ**

доктор технических наук, научный сотрудник отдела статистических  
проблем информатики и управления, Институт проблем информатики  
Российской академии наук  
Адрес: 119333, г. Москва, ул. Вавилова, д. 44  
E-mail: a-shal5@yandex.ru

## **А.П. КИРСАНОВ**

доктор технических наук, профессор кафедры бизнес-аналитики,  
школа бизнес-информатики, факультет бизнеса и менеджмента,  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20  
E-mail: ki@hse.ru

## **Е.В. ОГУРЕЧНИКОВ**

старший преподаватель кафедры бизнес-аналитики, факультет бизнеса и менеджмента,  
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»  
Адрес: 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20  
E-mail: eogurechnikov@hse.ru

В статье рассматриваются вопросы управления стоимостью жизненного цикла технических изделий в части, касающейся организации и осуществления мероприятий по поставкам запасных частей в рамках их послепродажного обслуживания.

Рассмотрен вариант модели сети Петри, которая описывает причинно-следственные связи между событиями, связанными с планированием и управлением поставками на основе использования вероятностной аналитической модели послепродажного обслуживания технических изделий и программного комплекса анализа рисков по технико-экономическим критериям. Результатом работы таких моделей является планирование приемлемого баланса между стоимостью и качеством изделий и его текущее обеспечение, в том числе путем учета и минимизации финансовых рисков.

Приведен пример автоматизированного планирования поставок запасных частей. Динамика изменения количества технических изделий, находящихся в эксплуатации, представляется в интегрированном графическом виде, дающем возможность прогнозировать коэффициент исправности изделий, обусловленный наличием исправных изделий на складе заказчика и производительностью ремонтных органов.

Обосновано применение метода освоенного объема для анализа рисков отклонения от плана выполнения поставок запасных частей. Отслеживание освоенного объема финансовых средств позволило прогнозировать как успешность завершения поставок запасных частей, так и риски отклонения от намеченных сроков и бюджета.

*Рассмотрен пример автоматизированного анализа рисков. Оценка степени соответствия затрат бюджетным характеристикам осуществляется с помощью показателя эффективности, который используется для анализа качества функционирования соответствующих подразделений заказчика и корректировки их дальнейшей работы. Для выбранного года показатель эффективности определяется и оптимизируется при заданном коэффициенте исправности для каждого заказчика в процессе автоматизированного планирования поставок запасных частей.*

*Предлагаемый подход является достаточно универсальным, что предопределяет возможность его применения для решения задач управления стоимостью жизненного цикла продукции и услуг в различных организационно-техничко-экономических системах.*

**Ключевые слова:** послепродажное обслуживание, сеть Петри, автоматизированное планирование, поставка запасных частей, метод освоенного объема, технико-экономические критерии эффективности, стоимость поставок, анализ рисков, бюджет по завершении проекта.

**Цитирование:** Ямпольский С.М., Шаламов А.С., Кирсанов А.П., Огуречников Е.В. Управление стоимостью поставок запасных частей для послепродажного обслуживания сложных технических изделий // Бизнес-информатика. 2015. № 3 (33). С. 65–73.

### Введение

**В**ажным аспектом качества проекта по созданию сложных технических изделий является степень отражения в документации проекта требований, предъявляемых к изделию [5]. Требования достижения баланса между значениями показателей качества и стоимости изделия оказывают существенное влияние на управление конфигурацией как самого изделия, как и компонентов его послепродажного обслуживания (ППО). Учет интересов производителя и заказчика изделий в части ППО — это предмет компромисса, который должен достигаться в процессе подготовки соответствующего договора и быть зафиксированным в нем.

В соответствии с современными требованиями рынка главными проблемами проектирования изделий являются:

- ◆ разработка эффективных алгоритмов управления конфигурацией, обеспечивающих достижение требуемого баланса стоимости и интегральных характеристик качества изделия;

- ◆ разработка модели стоимости жизненного цикла (СЖЦ) изделия, которая должна быть чувствительной к конкретным управляющим решениям и определять итог всех затрат.

Управление СЖЦ технических изделий предполагает:

1. При разработке и проектировании — выбор таковой конструкции, а также системы технического обслуживания и ремонта, при которых стоимость жизненного цикла изделий будет минимальна.

2. При ведении тендерной работы поставщиком — планирование СЖЦ и предоставление данных заказчику (например, данные расчета на первые 2 года и прогноз на 10–20 лет).

3. На этапе эксплуатации парка изделий:

- ◆ оптимальное управление бюджетом, включающее планирование на заданный период и адекватное распределение бюджета между задачами ППО;

- ◆ мониторинг данных (в режиме реального времени) о фактически выполненных работах, использованных ресурсах и произведенных затратах;

- ◆ качественный и количественный анализ рисков отклонения от утвержденного бюджета;

- ◆ воздействие на факторы, вызывающие отклонения от запланированной стоимости работ ППО и обеспечивающие их завершение в рамках утвержденного бюджета.

Место системы ППО в общей структуре интегрированной информационной среды показано на *рис. 1*.

Особое место в процессе ППО занимают вопросы поставки запасных частей (ЗЧ) и современные технологии автоматизированного управления ими, что обеспечивает поддержание требуемого уровня конкурентоспособности эксплуатируемых изделий.

Для специалистов организаций, осуществляющих ППО технических изделий, помимо моделей и инструментальных информационных средств оптимального планирования процессов на основе использования вероятностной аналитической модели [2], большой практический интерес представляют модели автоматизированного монито-

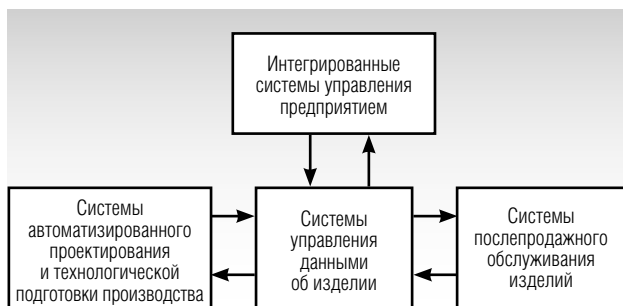


Рис. 1. Место систем ППО в общей структуре интегрированной информационной среды

ринга совокупности данных, на основе которых осуществляется управление мероприятиями по осуществлению поставок ЗЧ. Результатом работы таких моделей является планирование приемлемого баланса между стоимостью и качеством изделий и его текущее обеспечение, в том числе, путем учета и минимизация финансовых рисков. Необходимость управления рисками диктуется не столько соответствующими стандартами, сколько потребностями самого бизнеса, не желающего терять значительные финансовые средства по незначительным поводам.

В настоящей работе рассматривается подход по управлению СЖЦ на этапе эксплуатации, включающий использование модели сети Петри для анализа стоимости поставок ЗЧ. Модель сети Петри описывает причинно-следственные связи между событиями, связанными с планированием и управлением поставками, на основе использования вероятностной аналитической модели ППО технических изделий и применения разработанного программного комплекса анализа рисков отклонения от плана поставок по технико-экономическим критериям.

### 1. Модель сети Петри для анализа стоимости поставок запасных частей

Представим модель для анализа стоимости поставок ЗЧ в виде сети Петри с одноцветными фишками (рис. 2). Причинно-следственные связи, реализуемые в рамках этой модели, обуславливают выполнение стандарта требований по управлению СЖЦ технических изделий в части, касающейся контроля стоимости поставок при проведении послепродажного обслуживания.

Позиции сети интерпретируются следующим образом:

- $P_1$  – анализ текущих поставок ЗЧ;
- $P_2$  – определение вероятности возникновения риска;
- $P_3$  – оценка степени влияния риска;
- $P_4$  – оценка величины риска;
- $P_5$  – построение дерева решений;
- $P_6$  – анализ результатов;
- $P_7$  – планирование поставок запасных частей;
- $P_8$  – разработка плана реагирования на риски;
- $P_9$  – проведение мониторинга рисков.

Переходы сети интерпретируются следующим образом:

- $t_1$  – запрос на проведение стоимостного анализа поставок ЗЧ;
- $t_2$  – запрос на проведение качественной оценки рисков;
- $t_3$  – запрос на обработку данных;
- $t_4$  – запрос на проведение количественной оценки рисков;
- $t_5$  – запрос на проведение анализа результатов;
- $t_6$  – запрос на проведение планирования поставок ЗЧ;
- $t_7$  – запрос на проведение мониторинга рисков.

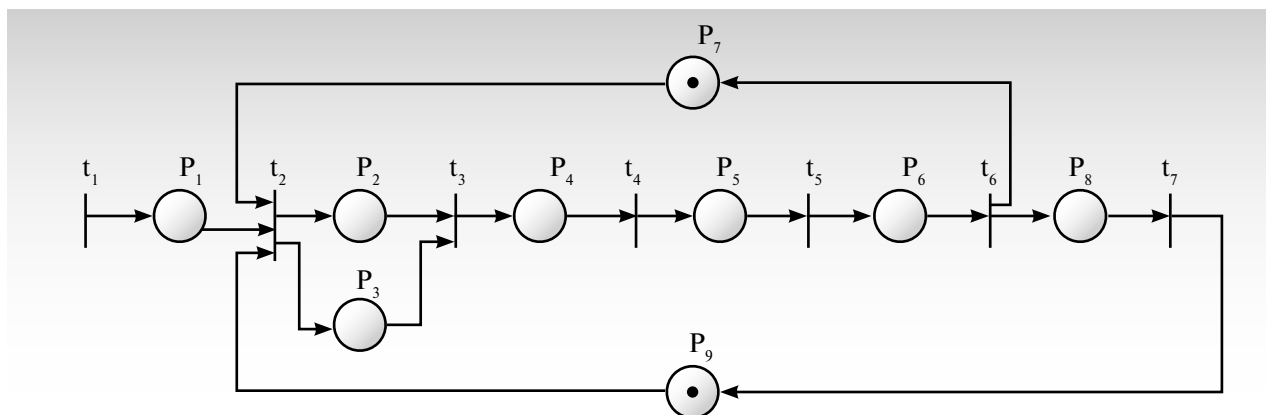


Рис. 2. Модель сети Петри для анализа стоимости поставок запасных частей

Работа данной модели предусматривает предварительное формирование оптимального по стоимости плана поставок на заданном периоде эксплуатации изделий, а также сбор исходной информации по идентификации рисков аналогичных проектов (начальная разметка сети Петри).

В ходе работы модели осуществляется расчет стоимости работ по поставкам и сравнение полученных результатов с плановыми показателями. Результат сравнения позволяет контролировать эффективность выполнения плана поставки и вероятность риска отклонения от него.

Риски отклонения от плана поставки ЗЧ вызывают действия, предпринимаемые в связи с результатами их качественной и количественной оценки, объединенные причинно-следственными связями.

Качественный анализ предполагает обнаружение рисков, исследование их особенностей, выявление последствий их реализации в форме экономического ущерба и раскрытие источников информации относительно каждого вида риска.

Критерии качественного анализа могут учитывать затраты, официальные и предписанные требования, социально-экономические аспекты и факторы внешней среды, интересы заказчика, приоритеты и иные исходные данные для оценки.

Результат процесса качественного анализа — это оценка величины риска на основе вероятности возникновения и степени влияния на результаты поставки ЗЧ, а также градация рисков по возможным последствиям.

Количественный анализ выполняется для рисков, которые были выявлены и квалифицированы в результате качественного анализа. Наиболее распространенным методом количественного анализа рисков является анализ дерева решений, которое описывает рассматриваемую ситуацию с учетом каждой из имеющихся возможностей выбора и возможного сценария реализации риска.

По итогам проведения качественного и количественного анализа рисков вырабатывается четкое представление о стратегиях, используемых для реагирования на каждый вид риска.

Мониторинг выполнения плана поставки ЗЧ позволяет прогнозировать как успешность завершения плана, так и степень влияния рисков, связанных с отклонением от намеченных сроков и объемов поставки.

## 2. Вероятностная аналитическая модель послепродажного обслуживания технических изделий

При автоматизированном планировании поставок запасных частей в рамках послепродажного обслуживания технических изделий целесообразно использование вероятностной аналитической модели [2], которая позволяет прогнозировать, в частности, динамику изменений количества ЗЧ на складе заказчика и обеспечивать планирование бюджета для поддержания заданного уровня исправности эксплуатируемых изделий. При этом планируются и осуществляются мероприятия по созданию необходимых запасов ЗЧ и их возобновлению в соответствии с перечнем поставки и принятой политикой пополнения.

В этих целях создается и используется информационно-аналитический программный комплекс (ИАК) прогнозирования и оптимизации плановых показателей, позволяющий, в том числе, определить оптимальные необходимые объемы поставок ЗЧ и их периодичность.

ИАК обеспечивает определение минимального по стоимости плана поставок на заданном периоде эксплуатации технических изделий [3].

Исходные данные модели системы ППО, на основе которой функционирует ИАК, включают:

- ◆ параметры надежности технических изделий;
- ◆ параметры всех видов обслуживания и ремонта технических изделий;
- ◆ сроки службы изделий;
- ◆ интенсивность использования запасных частей;
- ◆ значимость запасных частей;
- ◆ сроки поставки ЗЧ.

Результатом автоматизированного планирования стоимости поставок, выполненного с помощью ИАК, является определение величины базовых плановых затрат (БПЗ) на осуществление мероприятий по поставкам ЗЧ для каждого заказчика — технического центра (ТЦ) (табл. 1), при заданных возможностях ремонта технических изделий и при обеспечении заданного коэффициента исправности (рис. 3).

Коэффициент исправности (КИ) характеризует вероятность того, что при использовании в установленных условиях изделие окажется работоспособным в произвольно выбранный момент времени в установившемся процессе эксплуатации [3].

Таблица 1.

Значения БПЗ мероприятий по обеспечению поставок ЗЧ (по годам)

Год		2015	2016	2017	2018
Заказчик	КИ				
ТЦ №1	0,92	5 165 105,8	0,0	7 184 314,6	7 564 019,1
ТЦ №2	0,94	6 772 436,4	7 531 571,2	0,0	7 824 760,4
ТЦ №3	0,96	6 374 436,6	0,0	7 975 710,9	7 511 443,3
<b>Итого:</b>		<b>18 311 978,8</b>	<b>7 531 571,2</b>	<b>15 160 025,5</b>	<b>22 900 222,8</b>

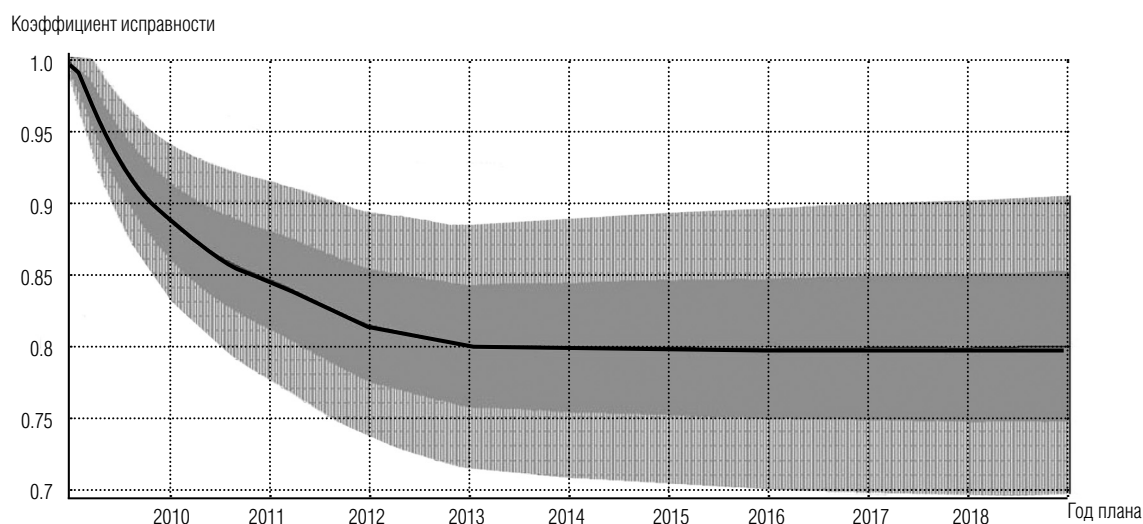


Рис. 3. Динамика изменения коэффициента исправности с доверительным интервалом

На рис. 3 показана сплавленная кривая прогнозируемой динамики статистических оценок значений коэффициента исправности, соответствующая оптимальной по стоимости программе поставок, в среднем удовлетворяющей требуемому уровню исправности  $КИ = 0,8$  (отмечен штриховой линией).

Доверительный интервал оценки КИ принимается равным  $m \pm 2\sigma$ , где  $m$  и  $\sigma(t)$  – математическое ожидание и среднеквадратическое отклонение значения оценки коэффициента исправности [2].

### 3. Программа для анализа рисков отклонения от плана поставок

Для анализа рисков отставания от плана поставок ЗЧ предлагается использовать метод освоенного объема. Данный метод позволяет эффективно организовать информационное сопровождение процесса поставок, а также измерение и контроль эффективности его выполнения. Постоянное отслеживание освоенного объема финансовых

средств позволяет прогнозировать как успешность завершения поставок ЗЧ, так и риски отклонения от намеченных сроков, бюджета и т.д. [1].

Реализацию метода освоенного объема для анализа рисков отставания от плана целесообразно осуществлять с помощью информационной системы 1С «Предприятие».

В настоящее время существует разработанная на платформе 1С информационно-аналитическая система для сопровождения технических изделий на послепродажных стадиях жизненного цикла ([www.appius.ru](http://www.appius.ru)), которая решает, в частности, следующие задачи:

- ◆ создание паспорта изделия;
- ◆ регистрация передачи нового изделия заказчику;
- ◆ регистрация поступления изделий на доработку и в различные виды ремонта;
- ◆ формирование отчетов по анализу отказов и рекламаций изделий.

Кроме того, в конфигурацию информационной системы 1С «Предприятие» может быть включена

дополнительная программа (программный комплекс), которая будет функционировать совместно с существующей информационно-аналитической системой, и работа которой позволит анализировать ход выполнения контракта по поставкам ЗЧ конкретному заказчику с оценкой степени критичности полученных результатов.

В работе [4] представлена программа, позволяющая проводить сравнение ежемесячной плановой стоимости запланированных работ и ежемесячной плановой стоимости выполненных работ по поставкам ЗЧ. На основании этих значений была выполнена стоимостная оценка процесса поставки ЗЧ за заданный период времени и получены такие показатели, как величина отклонения от календарного плана поставок и индекс отклонения от календарного плана.

В качестве источника вероятности возникновения рисков было использовано значение коэффициента исправности, полученного в результате моделирования случайных процессов эксплуатации изделий, осуществляемого при автоматизированном планировании поставок ЗЧ, а индекс отклонения от календарного плана, в свою очередь, являлся характеристикой степени влияния рисков на результаты поставки.

Результатом дальнейших исследований явилась разработка программного комплекса (ПК), работа которого основана на модели сети Петри (рис. 2). ПК позволяет получать информацию о выполненных заказах (табл. 2) с использованием системы запросов к соответствующим документам информационной системы ИС «Предприятие».

Конечным результатом выполнения расчетов с помощью ПК является стоимостная оценка комплекса мероприятий по обеспечению поставки ЗЧ.

Оценке подвергается степень соответствия произведенных затрат бюджетным характеристикам, вычисляемая в виде показателя эффективности (ПЭВ) по формуле:

$$ПЭВ = \frac{БПЗ - БСВР}{БПЗ - ФСВР}, \text{ где:}$$

*БПЗ* – величина базовой стоимости запланированного комплекса мероприятий за рассматриваемый период времени (по плановым ценам);

*БСВР* – величина базовой стоимости выполненных мероприятий за тот же период времени (по плановым ценам);

*ФСВР* – величина фактической стоимости выполненных мероприятий по существующим ценам.

Полученные значения данного показателя анализируются следующим образом:

♦ если  $ПЭВ < 1$ , то имеет место экономия финансовых средств на проведение работ по поставкам ЗЧ;

♦ если  $ПЭВ = 1$ , то ход работ по поставкам ЗЧ соответствует плану;

♦ если  $ПЭВ > 1$ , то имеет место перерасход финансовых средств на проведение работ по поставкам ЗЧ.

Следует отметить, что *ПЭВ* характеризует не только эффективность планирования работ, но и косвенным образом отражает качество прогнозирования цен на рынке услуг. Данный показатель может быть использован для анализа качества функционирования соответствующих подразделений заказчика и корректировки их дальнейшей работы.

В качестве периода времени для проведения стоимостного анализа поставок запасных частей выбирается один год. Для выбранного года показатель *БПЗ* (показатель стоимости) определяется и оптимизируется при заданном коэффициенте исправности (интегрированном показателе эксплуатационно-технического качества) для каждого заказчика в процессе автоматизированного планирования поставок ЗЧ, выполненного с помощью ИАК (табл. 1).

Таблица 2.

**Результат стоимостного анализа эффективности мероприятий по организации поставок запасных частей**

Заказчик	КИ	БПЗ	БСВР	ФСВР	ПЭВ
ТЦ №1	0,92	5 165 105,8	2 155 435,2	2 909 112,6	1,33
ТЦ №2	0,94	6 772 436,4	2 265 165,4	2 070 572,6	0,96
ТЦ №3	0,96	6 374 436,6	2 465 145,6	2 558 902,3	1,02
<b>Итого:</b>		<b>18 311 978,8</b>	<b>9 895 416,8</b>	<b>11 138 587,5</b>	

Заказчиками запасных частей являются технические центры (ТЦ), функциональным назначением которых является техническое обслуживание и ремонт сложных технических изделий. Показатель эффективности характеризует уровень риска, связанный с отклонением от стоимости поставок ЗЧ. Очевидно, что наиболее конкурентоспособными являются заказчики, чьи риски оказываются наименьшими.

### Заключение

В предложенной работе в рамках решения проблемы управления СЖЦ сложных технических изделий представлен подход к автоматизированному управлению стоимостью поставок ЗЧ для послепродажного обслуживания сложных технических изделий. Данный подход включает:

- ◆ оптимальное управление бюджетом, в частности, планирование его показателей на заданном периоде эксплуатации;

- ◆ мониторинг стоимости ППО, который производится путем непрерывного сбора информации о фактически выполненных работах, использованных ресурсах и произведенных затратах на послепродажных стадиях жизненного цикла технических изделий, а также последующем воздействии на факторы, вызывающие отклонения от запланированной стоимости работ ППО и обеспечивающие их завершение в рамках утвержденного бюджета.

В рамках реализации этого подхода предложено использование:

- ◆ типового ИАК для определения оптимальной величины базовых плановых затрат мероприятий по поставкам ЗЧ для каждого заказчика при заданном коэффициенте исправности на заданном промежутке времени;

- ◆ модели сети Петри для анализа стоимости поставок в режиме реального времени, описывающей причинно-следственные связи между событиями, учитываемыми в работе вероятностной аналитической модели ППО технических изделий;

- ◆ метода освоенного объема для анализа рисков из-за отставания от плана мероприятий по поставкам ЗЧ;

- ◆ программного комплекса для автоматизированного анализа указанных рисков из-за отставания от плана выполнения поставок запасных частей;

- ◆ показателя (коэффициента) эффективности, характеризующего выполнение плана на заданном промежутке времени на основе данных, вычисленных с использованием вышеприведенных методов, моделей, алгоритмов и программных комплексов.

Реализацию данного подхода предлагается осуществлять на основе платформы 1С, для включения в имеющуюся конфигурацию информационной системы 1С и совместного функционирования с существующей информационно-аналитической системой – для сопровождения технических изделий в режиме *on-line* на послепродажных стадиях жизненного цикла.

Дальнейшее развитие представленного подхода заключается в построении и разработке алгоритмов по корректировке оптимального плана поставок, с целью снижения угроз рисков для достижения целей данного проекта.

Предлагаемый подход является достаточно универсальным, что предопределяет возможность его применения для решения задач управления стоимостью жизненного цикла продукции и услуг в различных организационно-техничко-экономических системах. ■

### Литература

1. Масловский В.П. Управление проектами. Красноярск: ИПК, СВУ, 2008. 179 с.
2. Сеницын И.Н., Шаламов А.С. Лекции по теории систем интегрированной логистической поддержки. М.: Торус Пресс, 2011. 615 с.
3. Шаламов А.С. Интегрированная логистическая поддержка. М.: Университетская книга, 2008. 463 с.
4. Ямпольский С.М., Шаламов А.С. Автоматизированное управление поставками запасных частей на основе технологий функционального и математического моделирования процессов // Логистика и управление цепями поставок. 2014. №6 (65). С. 34–40.
5. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). Fifth edition. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2013. 589 p.

## **COST MANAGEMENT FOR THE SUPPLY OF SPARE PARTS FOR AFTER-SALES SERVICE OF COMPLEX TECHNICAL PRODUCTS**

### ***Sergey M. YAMPOLSKY***

*Associate Professor,*

*Department of Business Analytics, School of Business Informatics,*

*Faculty of Business and Management,*

*National Research University Higher School of Economics*

*Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation*

*E-mail: syampolsky@hse.ru*

### ***Anatoly S. SHALAMOV***

*Researcher, Department of Statistical Problems of Informatics and Management,*

*Institute of Informatics Problems, Russian Academy of Sciences*

*Address: 44, Vavilova Street, Moscow, 119333, Russian Federation*

*E-mail: a-shal5@yandex.ru*

### ***Alexander P. KIRSANOV***

*Professor, Department of Business Analytics,*

*School of Business Informatics, Faculty of Business and Management,*

*National Research University Higher School of Economics*

*Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation*

*E-mail: ki@hse.ru*

### ***Eugene V. OGURECHNIKOV***

*Senior Lecturer, Department of Business Analytics,*

*School of Business Informatics, Faculty of Business and Management,*

*National Research University Higher School of Economic*

*Address: 20, Myasnitskaya Street, Moscow, 101000, Russian Federation*

*E-mail: eogurechnikov@hse.ru*

*The article considers the issues of technical product life cycle management in the field of spare parts delivery organization and management within the framework of after-sales service.*

*It provides an examination of a Petri net model, describing the cause-effect relations between events that are linked to delivery planning and management, based on a probabilistic analytical model for after-sales service of technical products and a program-based risk analysis system based on technical and economic criteria. The result of a given model's performance is planning of an acceptable balance between the cost and quality of products and their current maintenance, which includes detection and minimization of financial risks.*

*An example that illustrates automated planning of spare parts delivery is given. Dynamics of operated technical products' quantity variation is represented in the integrated graphic type, providing an opportunity to predict an average factor of technical product's serviceability, determined both by a number of serviceable technical products in a warehouse of the customer and productivity of repair agencies.*

*The earned value method application is proved to be an effective tool for risk analysis of schedule variance in the field of spare parts delivery. Monitoring of the earned value of finances permits to forecast not only the probability of successful completion of spare parts delivery, but also the risks of both cost and schedule variance.*



An example of automated risk analysis is provided. Estimated coincidence degree of actual cost and planned value is calculated by means of the effectiveness index, which is used to analyze the quality of customer's subdivisions performance and to correct further functioning. For a selected year, the effectiveness index can be defined and optimized for the predetermined serviceability factor, assigned for every customer during the process of automated planning of spare parts delivery.

The approach presented in the article can be considered quite universal, which predetermines an opportunity to apply it in order to provide solutions for product and service life cycle management problems in various organizational technical and economic systems.

**Key words:** after-sales service, Petri net model, automated planning, spare parts delivery, earned value method, technical and economic criteria of efficiency, delivery cost, automated risk analysis, budget at completion.

**Citation:** Yampolsky S.M., Shalamov A.S., Kirsanov A.P., Ogurechnikov E.V. (2015) Upravlenie stoimost'ju postavok zapasnyh chastei dlya posleprodazhnogo obsluzhivaniya slozhnyh tehniceskikh izdelii [Cost management for the supply of spare parts for after-sales service of complex technical products]. *Business Informatics*, no. 3 (33), pp.65–73 (in Russian).

#### References

1. Maslovsky V. (2008) *Upravlenie proektami* [Project management]. Krasnoyarsk: IPK, SVU (in Russian).
2. Sinicin I., Shalamov A. (2011) *Lekcii po teorii sistem integrirovannoi logisticheskoi poddergki* [Lectures on the theory of integrated logistics support systems]. Moscow: Torus Press (in Russian).
3. Shalamov A. (2008) *Integrirovannaya logisticheskaya poddergka* [Integrated logistic support]. Moscow: University book (in Russian).
4. Yampolsky S., Shalamov A. (2014) Avtomatizirovannoe upravlenie postavkami zapasnyh chastej na osnove tehnologij funkcional'nogo i matematicheskogo modelirovaniya processov [Automated management of spare parts deliveries based on functional and mathematical process modelling technologies]. *Logistics and supply chain management*, no. 6 (65), pp. 34–40 (in Russian).
5. Project Management Institute (2013) *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)*. Fifth edition, Newtown Square, PA: Project Management Institute.