

# УПРАВЛЕНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ КОМПЛЕКТУЮЩИМИ ИЗДЕЛИЯМИ

УДК 65

**Екатерина Павловна Бочкарева,**  
аспирант кафедры информационных систем в экономике и менеджменте Санкт-Петербургского государственного политехнического университета

**Виолетта Николаевна Волкова,**  
д.э.н., проф. Санкт-Петербургского государственного политехнического университета  
Эл. почта: violetta\_volkova@list.ru

В данной статье предложен подход к управлению обеспечением предприятия машиностроения комплектующими изделиями на основе международных стандартов и лучших практик ведущих международных предприятий. Для управления обеспечением комплектующими изделиями предприятия машиностроения на операционном уровне предложен метод, разработанный с использованием методов организации сложных экспертиз. На стратегическом уровне предложено использовать инструмент планирования структуры поставщиков и методику развития поставщиков предприятия машиностроения.

**Ключевые слова:** машиностроение, поставщик предприятия машиностроения, планирование структуры поставщиков, выбор поставщиков, развитие поставщиков, управление рисками поставщиков, управление обеспечением комплектующими изделиями.

**Ekaterina P. Bochkareva,**  
St. Petersburg State Polytechnical University post-graduate student of Information Systems in Economics and Management Department

**Violetta N. Volkova,**  
D.Sc. Economics, Professor of St. Petersburg State Polytechnical University  
E-mail: violetta\_volkova@list.ru

## COMPONENTS PROVISION MANAGEMENT FOR MACHINE BUILDING MANUFACTURER

In the paper is given an approach to the management of components provision for machine building manufacturer based upon international standards and best practices of leading international companies. The complex expertise methods are used for the development of the proposed machine building manufacturer suppliers' operational management method. At a strategic level is proposed a tool for planning the suppliers' portfolio and a machine building manufacturer supplier development methodology.

**Keywords:** machine building industry, supplier of machine building manufacturer, supplier portfolio, select suppliers, supplier performance monitoring, supplier development, supplier risk management, components provision management.

Эксперты отмечают такие факторы, сдерживающие рост конкурентоспособности российских машиностроительных предприятий, как: высокий уровень монополизации поставщиков и низкое качество поставляемых комплектующих и сырья в связи с низким уровнем производственной культуры (высокий уровень брака). В то же время тенденции мировой экономики свидетельствуют о постоянном увеличении значимости фактора управления обеспечением комплектующими изделиями, все более оказывающем влияние на конкурентоспособность предприятий машиностроения. В связи с вступлением Российской Федерации во Всемирную Торговую Организацию и интеграции отечественных производителей в единое международное экономическое пространство управление обеспечением предприятий машиностроения комплектующими изделиями с учетом специфики отечественной организационной культуры и накопленного мирового практического опыта является актуальной задачей. Под «управлением обеспечением предприятия комплектующими изделиями», по мнению автора, следует понимать скоординированную деятельность по руководству и управлению предприятием применительно ко всем отношениям с поставщиками комплектующих изделий данного предприятия.

Существуют общепризнанные международные подходы к построению отношений с поставщиками на основе требований международных стандартов к системам менеджмента, например таких, как: ISO 9001:2008 – Системы менеджмента качества. Требования, ISO/TS 16949:2009 – Системы менеджмента качества. Частные требования по применению ISO 9001:2008 для производства автомобилей и запчастей к ним, IRIS – Международный стандарт железнодорожной промышленности, AS 9100 – Аэрокосмическая серия. Системы менеджмента качества [1–3] и др. За счет внедрения и совершенствования систем менеджмента поставщиков на соответствие требованиям вышеназванных стандартов достигается стабильность производственных и управленческих процессов, которая, в свою очередь, приводит к повышению стабильности качества поставляемых комплектующих изделий поставщиками и повышению удовлетворенности потребителей.

На основе анализа результатов аудитов более двадцати предприятий машиностроения России, ближнего и дальнего зарубежья на соответствие требованиям данных международных стандартов в части управления обеспечением комплектующими был сделан вывод о том, что функция материально-технического снабжения на предприятиях машиностроения претерпела существенные изменения в последние годы и существенно влияет на показатели деятельности предприятия в целом. Вот наиболее приоритетные задачи, стоящие перед менеджерами, в отношении снабжения комплектующими изделиями предприятия машиностроения, в том числе: разработка политики в отношении поставщиков (supplier policy); планирование структуры поставщиков (supplier portfolio); разработка критериев оценки и выбора поставщиков (evaluation criteria); организация процесса оценки и выбора поставщиков (supplier evaluation); проведение мониторинга показателей работы поставщиков (supplier performance monitoring); организация и проведение аудита поставщиков (supplier audit); обеспечение развития поставщиков (supplier development); управление рисками, связанными с поставщиками (supplier risk management); обеспечение информационной поддержки процесса закупок (purchasing information support); ранжирование поставщиков, проведение конкурсов среди поставщиков (supplier ranking).

Предприятия машиностроения характеризуются разнообразной неоднородной номенклатурой закупаемых комплектующих изделий, неоднородными связями поставщик – потребитель (ситуации поставщика – монополиста; один поставщик производит несколько видов комплектующих и имеется

несколько альтернативных поставщиков для одного вида комплектующего), значительным влиянием рисков, связанных с поставщиками, на производство конечной продукции предприятия машиностроения и неоднородностью развития систем менеджмента предприятий – поставщиков. Таким образом, управление обеспечением предприятия машиностроения комплектующими изделиями должно обеспечивать бесперебойное снабжение производства качественными ресурсами, снижение затрат на закупки и рисков возникновения несоответствий с учетом структуры связей «поставщик-потребитель».

Для разработки метода выбора поставщиков предприятия машиностроения целесообразно применять методы организации сложных экспертиз, основанные на расчленении большой неопределенности на более обозримые составные части, лучше поддающиеся осмыслению и оценке.

На основе использования принципов системного анализа и признаков структуризации системного анализа рассматриваемая сложная техническая система (например, система подвески, тормозная система, система автоматической блокировки и сигнализации и т.п.) может быть представлена в виде графической модели дерева (рисунок 1). Если можно утверждать, что система может быть произведена в случае закупки заданного качества, заданного количества и в нужное время составляющих ее подсистем  $\alpha_{1-z}$  (например, для системы подвески: колеса, рессоры, амортизаторы, ступица колеса) и компонент  $\beta_{1-m}$  (например, подшипники, автошины, шланги), то можно сделать вывод о том, что закупка комплектующих ( $\alpha_{1-z}, \beta_{1-m}$ ) и система (С) связаны между собой логическим уравнением  $C = \alpha_{1-z} \& \beta_{1-m}$ . Здесь обозначение & используется для отображения логической операции И.

Как видно из модели выбора поставщиков, для некоторых деталей имеется только один уникальный поставщик, некоторые поставщики производят несколько видов продукции, а для некоторых видов продукции имеется множество поставщиков, учесть данный факт

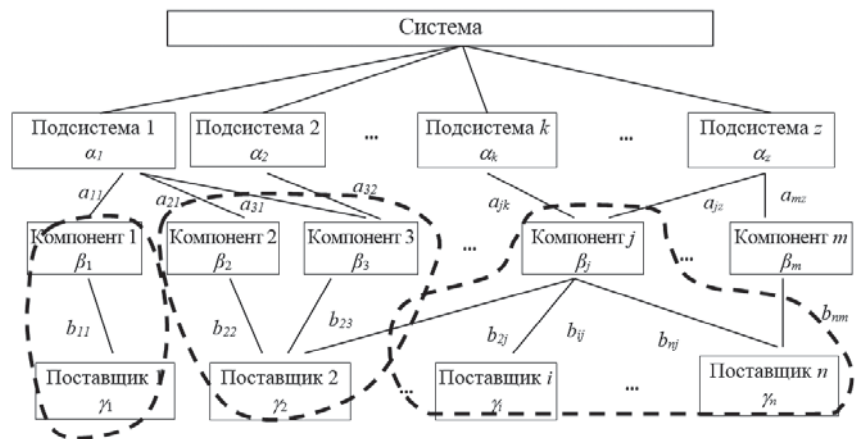


Рис. 1. Схема многоуровневой модели выбора поставщиков

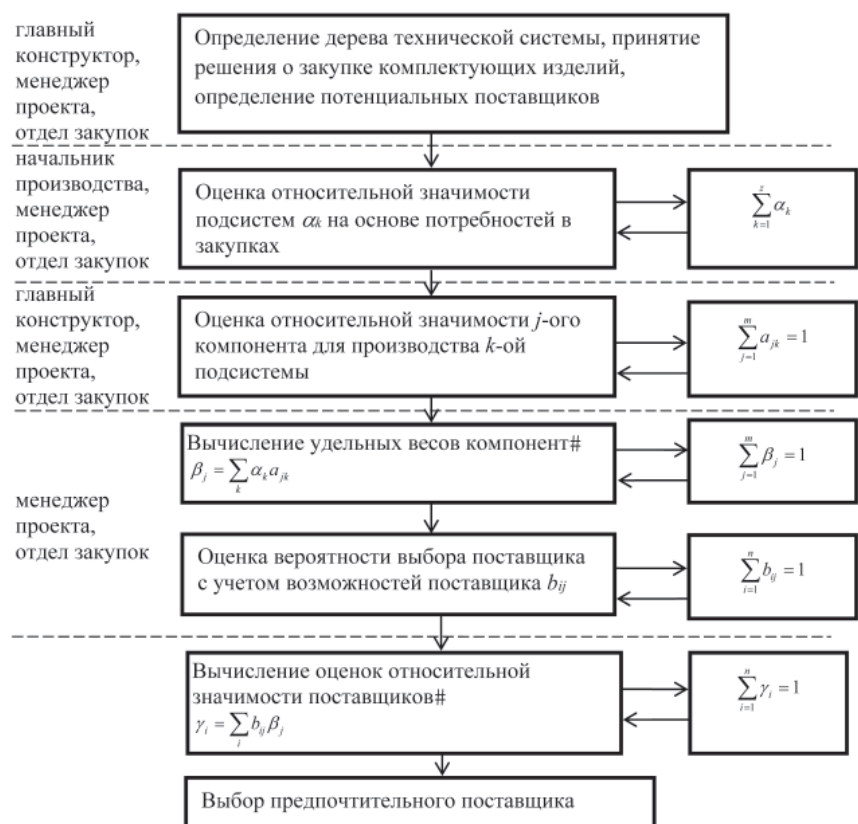


Рис. 2. Порядок оценки поставщиков и выбора предпочтительного поставщика

предлагается с помощью модели, основанной на методе решающих матриц Г.С. Поспелова.

Порядок реализации расчета с помощью метода решающих матриц приведен на рисунке 2. Решающая матрица заполняется следующим образом: экспертно определяется относительная значимость подсистем  $\alpha_k$  и оценка относительной значимости  $j$ -ого компонента для производства  $k$ -ой подсистемы.

Для повышения достоверности результатов автором предложено воспользоваться методом анализа иерархий Т. Саати для получения значений оценок  $\alpha_k$  и  $\alpha_{jk}$ . Для определения оценок сравнения эксперты пользуются классической шкалой оценки компонент метода анализа иерархий Т. Саати (от 1 до 9). Общее число матриц для сравнения относительной значимости  $j$ -ого компонента для производства  $k$ -ой подсистемы равно

| Нормированные значения компонент |       |       |       |       |       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Подсистемы                       | Вес   | K1    | K2    | K3    | Σ     |
| П1                               | 0,464 | 0,353 | 0,061 | 0,586 | 1,000 |
| П2                               | 0,268 | 0,665 | 0,000 | 0,335 | 1,000 |
| П3                               | 0,059 | 1,000 | 0,000 | 0,000 | 1,000 |
| П4                               | 0,209 | 0,686 | 0,314 | 0,000 | 1,000 |
| $\beta_j$                        |       | 0,545 | 0,094 | 0,361 | 1,000 |

Рис. 3. Расчет значений  $\beta_j$

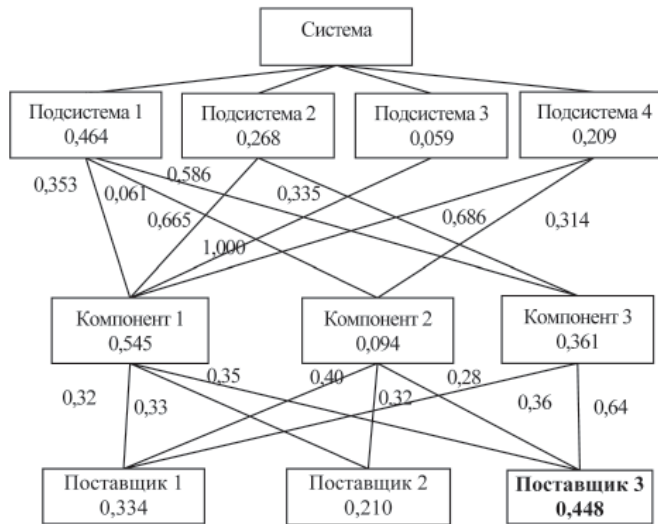


Рис. 4. Оценка поставщика методом решающих матриц

числу подсистем  $k$  плюс одна матрица для оценки важности подсистем для производства данной системы.

Матрицы сравнения важности компонент относительно производства каждой из подсистем рассчитываются и проверяется согласованность суждений ЛПР. Получившиеся значения оценок  $\alpha_k$  и  $\alpha_{jk}$  используются для вычисления  $\beta_j$  (рисунок 3).

Потенциальную возможность поставки  $i$ -м поставщиком  $j$ -го компонента авторами предложено определять на основе показателей работы поставщиков. Как показал обзор научных исследований [4], посвященных оценке поставщиков, наиболее важными критериями оценки работы поставщиков являются: качество продукции, доставка (время выполнения заказа, доставка в срок), стоимость (цена).

Для удобства использования в модели, расчет показателей проводится таким образом, чтобы полученные значения находились в интервалах от 0 до 1, где 0 – очень плохое значение показателя, свидетельствующее о

срывах поставок поставщиком, близкое или равное единице значение – свидетельствует о добросовестном выполнении своих обязательств поставщиком. Качество поставляемых комплектующих и материалов предлагается оценивать с помощью показателя «уровень соответствующей продукции»:

$$УСП = \frac{O - D}{O}, \quad (1)$$

где  $O$  – общее число поставок определенного номера детали за месяц,  $D$  – сумма всех дефектных деталей определенного номера от данного поставщика.

Показатель «своевременность поставок» учитывает соблюдение объема и сроков поставок продукции:

$$СП = \frac{O - C}{O}, \quad (2)$$

где  $O$  – общее число поставок,  $C$  – число поставок с нарушениями сроков.

Сравнение ценовых предложений поставщиков производится с помощью показателя «относительная цена предложения»:

$$ОЦ = 1 - \frac{U_{\gamma_{1-n}} - U_{\beta_{1-m}}^{\min}}{U_{\beta_{1-m}}^{\min}}, \quad (3)$$

где  $U_{\gamma_{1-n}}$  – цена, предлагаемая поставщиком  $\gamma_{1-n}$ ,  $U_{\beta_{1-m}}^{\min}$  – минимальная цена из имеющихся предложений поставщиков на компонент  $\beta_{1-m}$ .

На рисунке 4 представлен пример реализации предлагаемого метода оценки и выбора поставщиков.

Получившиеся оценки относительной значимости поставщиков ( $\gamma_1, \dots, \gamma_n$ ) целесообразно использовать ЛПР при принятии решения о выборе поставщика и о продолжении сотрудничества.

На стратегическом уровне управление обеспечением комплектующими изделиями предприятия машиностроения представляет собой задачу формирования портфеля поставщиков (supplier portfolio) и выбора стратегии взаимодействия с поставщиками в зависимости от текущего состояния портфеля поставщиков.

Сегментация портфеля поставщиков является исходной точкой для определения направлений и стратегий работы в определенных сегментах портфеля поставщиков. *Некритические поставщики* (1-ый сегмент): имеется выбор из поставщиков, комплектующие не являются критическими с точки зрения безопасности и требований потребителей, не являются технологически сложными комплектующими. *Основные поставщики* (2-ой сегмент): как правило, имеются конкурентные предложения от нескольких поставщиков, поставщики отбираются на основе установленных критериев. Объем спроса на данные виды комплектующих позволяет достаточно быстро произвести смену поставщиков без потери качества. *Поставщики, представляющие трудности при закупках* (3-ий сегмент): зависимость от поставщиков высока. Возможными инструментами для снижения рисков являются, например, долгосрочные договоры о поставках, интенсивная работа по снижению рисков или согласованные в договоре страховые запасы. Необходимо проведение работ по расширенному поиску альтернативных поставщиков и развитию поставщиков. *Стратеги-*



ческие поставщики (4-ый сегмент): создание долгосрочных партнерских отношений, подтверждаемых подписанием долгосрочных договоров о сотрудничестве, использованием профессиональных механизмов логистического планирования, оптимизацией процессов, прозрачностью затрат, а также использованием механизмов для согласованного определения цены. Ежегодно проводится оценка совместной работы. Реализуются совместные проекты по разработке новых продуктов, от реализации которых выигрывают, как предприятие, так и поставщики.

Построение портфеля поставщиков происходит с учётом следующих показателей: объем поставок (в ден. ед.), риск, связанный с получением комплектующих и материалов от поставщика и рейтинг поставщика. Чтобы сформировать портфель поставщиков предприятия необходимо провести квантификацию показателей «риск поставщика» и «объем закупок». Оценка уровня риска поставщика вычисляется по формуле:

$$P_{y1-n} = S \times O \times D, \quad (4)$$

где  $S$  – оценка значимости последствия риска;  $O$  – оценка вероятности возникновения последствия риска;  $D$  – оценка вероятности обнаружения последствия риска.

На основе имеющейся ретроспективной информации об объемах закупок продукции и оценках числа рисков поставщиков предприятия машиностроения рассчитываются значения средней доли закупок в общем объеме закупок и уровень рисков поставщика. На полученную координату поставщика в портфеле поставщиков предлагается нанести интегрированную оценку показателей работы поставщика (отношение среднегодовой оценки поставщика, рассчитанной методом решающих матриц к максимальному значению) в соответствии со следующей градацией: рейтинг 0–50% – неудовлетворительный поставщик, рейтинг 50–85% – удовлетворительный поставщик, рейтинг 85–100% – предпочтительный поставщик. Портфель поставщиков предприятия строится с помощью мастера диаграмм с помощью прикладного пакета Excel, где по оси абсцисс откладывают значения сред-

ней доли объема закупок по каждому поставщику, по оси ординат – риск, связанный с поставщиком. В качестве границ между низкими и высокими показателями принимается средний уровень риска и средний уровень оценок средней доли поставок соответственно. Графическое представление портфеля поставщиков представлено на рисунке 5.

На основе анализа полученного портфеля поставщиков производится выбор стратегии работы с поставщиками предприятия машиностроения:

- элементы портфеля сегмента 4 «стратегические поставщики» – оберегать и укреплять управление цепочкой поставок и инвестировать в совместное развитие;
- снижать издержки по процессам, переходить на аутсорсинг и снижать объемы закупок у элементов сегмента 1 «некритические поставщики» (в случае если не будет выявлено веских причин для их сохранения);
- для элементов сегмента 2 «основные поставщики» использовать многие источники, установить жесткий контроль затрат и создать закупочные пулы;
- снижать риски поставщиков сегмента 3, специально изучить и установить, не смогут ли они при известных капиталовложениях превратиться в поставщиков систем с большими объемами закупок.

Для тех поставщиков, которые относятся к группе стратегических поставщиков в общем портфеле поставщиков предприятия машиностроения целесообразно разработать программы по развитию поставщиков. Под развитием поставщиков

(supplier development) понимается следующее: любые усилия предприятия, направленные на поощрение поставщиков к постоянному совершенствованию качества продукции и процессов, чтобы ключевые показатели совокупности портфеля поставщиков предприятия машиностроения (например, время выполнения заказа) постоянно улучшались.

На основе исследования существующих практик развития поставщиков [5] можно выделить следующие инструменты развития поставщиков:

- использование 2 и более поставщиков для закупки одного вида комплектующего с целью создания соревнования между поставщиками;
- обещание каких-либо выгод для поставщика в настоящем или будущем;
- проведение оценки поставщика и предоставление поставщику информации по результатам оценки;
- сертификация поставщика (например, на соответствие ISO 9001), таким образом, надзорные аудиты проводятся на регулярной основе;
- посещение производственных площадей поставщика представителями предприятия (аудит поставщика);
- признание достижений поставщика, проведение конкурсов;
- помощь в улучшении показателей качества продукции и процессов с помощью работы в команде и проведения обучения персонала поставщика;
- посещение производственных площадей предприятия представителями поставщика для более глубокого понимания использования частей, материалов и компонентов;

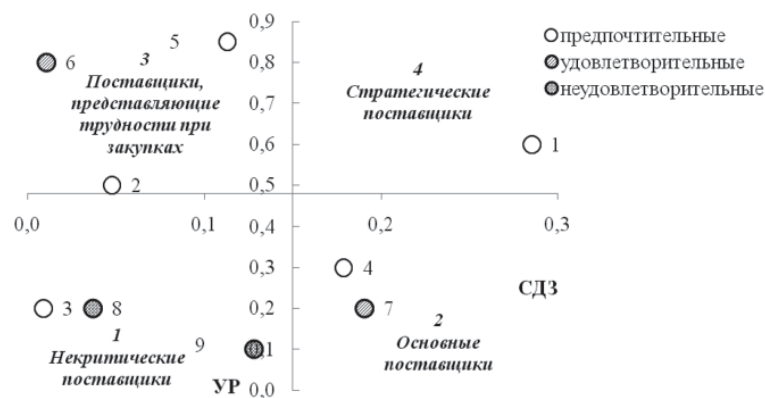


Рис. 5. Портфель поставщиков предприятия



Рис. 6. Пошаговое описание методики развития поставщиков

- письменные или вербальные просьбы покупателя поставщику повысить какие-либо показатели результативности.

Наибольшее влияние на такие ключевые показатели поставщика, как поставка в срок – 39% и качество (меньшее количество дефектов, возвратов во время гарантийного периода) – 24% [6] оказывают влияние меры по развитию поставщиков, предусматривающие непосредственное участие предприятия (direct involvement approach), например, аудит поставщика, помощь в улучшении показателей качества продукции и процессов путем работы в команде и проведении обучения.

На рисунке 6 представлена схема пошаговой методики обеспечения развития поставщиков машиностроения на основе многофункционального подхода и применения инструментов, предусматривающих непосредственное участие предприятия машиностроения в процессе постоянного совершенствования продукции и технологических про-

цессов предприятия – поставщика комплектующих изделий.

Таким образом, управление обеспечением поставщиков комплектующими изделиями на оперативном уровне представляет собой оценку и выбор поставщиков с помощью предложенного метода, основанного на комбинации методов организации сложных экспертиз, а на стратегическом – планирование структуры поставщиков с помощью портфеля поставщиков и реализация программ по развитию поставщиков. Применение предложенных инструментов и методов управления обеспечением комплектующими изделиями предприятия машиностроения позволит повысить качество комплектующих изделий от поставщиков, повысить удовлетворенность потребителей конечным продуктом и повысить уровень конкурентоспособности предприятий отечественного машиностроения.

#### Литература

1. ISO 9001:2008. Quality management systems – Requirements. 4-е изд.; введ. 13.11.2008.
2. ISO/TS 16949:2009. Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations. 3-е изд.; введ. 12.06.2009.
3. AS 9100. Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations. 3-е изд.; введ. 15.01.2009.
4. Thanaraksakul, W. and B. Phruksaphanrat (2009), "Supplier Evaluation Framework Based on Balanced Scorecard with Integrated Corporate Social Responsibility Perspective," Proceedings of the MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Volume 2, March 18-20, Hong Kong.
5. Krause, D.R. (1997), "Supplier Development: Current Practices and Outcomes", International Journal of Purchasing and Materials Management, 33(2). P. 12-19.
6. Krause, Daniel R., Robert B. Handfield, Developing a World-Class Supply Base, Tempe, Ariz.: Center for Advanced Purchasing Studies, 1999. 78 p.

7. International Railway Industry Standard (IRIS) – 2-е изд.; введ. 01.01.09.

8. Волкова В.Н. Методы организации сложных экспертиз: Учеб. пособие / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 128 с.

9. Волкова В.Н. / Теория систем и системный анализ: учебник для вузов / В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Юрайт; ИД Юрайт, 2010. – 679 с. – (Университеты России).

#### References

1. ISO 9001:2008. Quality management systems – Requirements. 4 izd.; 13.11.2008.
2. ISO/TS 16949:2009. Quality management systems – Particular requirements for the application of ISO 9001:2008 for automotive production and relevant service part organizations. 3 izd; 12.06.2009.
3. AS 9100. Quality Management Systems – Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations. 3 izd.; 15.01.2009.
4. Thanaraksakul, W. and B. Phruksaphanrat (2009), "Supplier Evaluation Framework Based on Balanced Scorecard with Integrated Corporate Social Responsibility Perspective," Proceedings of the MultiConference of Engineers and Computer Scientists, Volume 2, March 18-20, Hong Kong.
5. Krause, D.R. (1997), "Supplier Development: Current Practices and Outcomes", International Journal of Purchasing and Materials Management, 33(2). P. 12–19.
6. Krause, Daniel R., Robert B. Handfield, Developing a World-Class Supply Base, Tempe, Ariz.: Center for Advanced Purchasing Studies, 1999. 78 p.
7. International Railway Industry Standard (IRIS) – 2 izd; 01.01.09.
8. Volkova V.N. Methods of the organization of difficult examinations: Textbook/ V.N. Volkova, A.A. Denisov. – Izd. 4-e, pererab. i dop. – SPb.: Izd-vo Politehn. un-ta, 2010. – 128 s.
9. Volkova V.N. Theory of systems and system analysis: the textbook for higher education institutions. M.: Yurajt; ID Yurajt, 2010. – 679 s. – (Universitety Rossii).