

UDC 330.45

DOI: 10.34671/SCH.SVB.2020.0404.0015

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОСТАВОК МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

© 2020

AuthorID: 506289

SPIN: 4890-7216

ORCID: 0000-0002-6679-2261

ScopusID: 57200194095

**Сярдова Оксана Михайловна**, кандидат экономических наук, департамента бакалавриата  
(экономических и управленческих программ)  
*Тольяттинский государственный университет*  
(445020, Россия, Тольятти, улица Белорусская, 14, e-mail: [oksana\\_syardova@mail.ru](mailto:oksana_syardova@mail.ru))

**Аннотация.** В условиях рыночной экономики, основной задачей предприятий химической промышленности является повышение конкурентоспособности продукции. Ее уровень определяется качеством, затратами на его обеспечение, организацией производства, включающей такие экономические показатели, как сокращение времени поставок материалов и комплектующих, определение оптимального объема их запаса и др. Сегодня, практически все современные предприятия химической промышленности, перешли на «вытягивающую» систему производства, при которой объемы производства зависят от спроса. При этом чтобы заранее составить план производства, необходимо спрогнозировать спрос на продукцию. В связи с этим повышение эффективности деятельности предприятий и обеспечение системной устойчивости в условиях конкуренции должно быть обеспечено максимальной координацией и интеграцией звеньев закупок, производства и сбыта. Стоит отметить, что предприятия химической промышленности часто сталкиваются с проблемой большого количества дефектной продукции и значительными затратами на транспортировку. Кроме того, предприятия вынуждены хранить значительные объемы закупаемой продукции. Эта проблема возникает из-за неточных прогнозов спроса и объемов заказываемого сырья у поставщиков. Одним из направлений снижения издержек является определение оптимального количества поставок материальных ресурсов и времени. Использование модифицированного метода многокритериальной оценки с использованием метода построения дерева решений позволит выявить вероятности возникновения критических и некритических издержек для предприятия и с помощью соответствующих подходов к выбору наилучшего решения среди множества альтернатив выбрать ту, следование которой, позволит добиться минимальных издержек.

**Keywords:** моделирование поставок, системный подход, многокритериальная оценка, дерево решений, логистические издержки, прогноз, эффективность, альтернатива решений, оптимизация, химическая промышленность, потери.

## MODELING OF SUPPLIES OF MATERIAL RESOURCES TO THE ENTERPRISE OF THE CHEMICAL INDUSTRY

© 2020

**Syardova Oksana Mikhailovna**, Candidate of Economic Sciences, Department of Bachelor's  
Degree (Economic and Management Programs)  
*Togliatti State University*

(445020, Russia, Tolyatti, Belorusskaya street 14, e-mail: [oksana\\_syardova@mail.ru](mailto:oksana_syardova@mail.ru))

**Abstract.** In a market economy, the main task of chemical industry enterprises is to increase the competitiveness of products. Its level is determined by the quality, the cost of providing it, the organization of production, including such economic indicators as reducing the time of supply of materials and components, determining the optimal volume of their stock, etc. Today, almost all modern enterprises of the chemical industry have switched to a “pulling” production system, in which production volumes depend on demand. At the same time, in order to draw up a production plan in advance, it is necessary to forecast the demand for products. In this regard, increasing the efficiency of enterprises and ensuring systemic stability in a competitive environment should be ensured by maximum coordination and integration of the procurement, production and sales links. It should be noted that chemical industry enterprises often face the problem of a large number of defective products and significant transportation costs. In addition, enterprises are forced to store significant volumes of purchased products. This problem arises due to inaccurate forecasts of demand and volumes of ordered raw materials from suppliers. One of the ways to reduce costs is to determine the optimal amount of supplies of material resources and time. The use of a modified method of multicriteria assessment using the method of constructing a decision tree will reveal the probabilities of critical and non-critical costs for an enterprise and, using appropriate approaches to choosing the best solution among a variety of alternatives, choose the one, following which will achieve the minimum costs.

**Keywords:** supply modeling, system approach, multi-criteria assessment, decision tree, logistics costs, forecast, efficiency, alternative solutions, optimization, chemical industry, losses.

### ВВЕДЕНИЕ

*Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами.*

В настоящее время, как отмечается многими исследователями (А.А. Залесова [1], М.А. Машьянова [2], Е.Н. Осипова [3], М.С. Пожидаева, А.В. Курлыкова [4] и др. [5-9]), все актуальнее становится проблема минимизации издержек при закупке товарно-материальных ценностей. Для того, чтобы в целом повысить эффективность деятельности предприятия необходимо выбрать оптимальную стратегию закупки.

*Анализ последних исследований и публикаций, в которых рассматривались аспекты этой проблемы и на которых обосновывается автор; выделение неразрешенных ранее частей общей проблемы.*

В настоящее время проблеме выбора оптимальной

модели поставки товарно-материальных ценностей посвящены многочисленные научные исследования, в том числе А.Е. Бром, Н.В. Жаркова [10], А.Г. Гарнова [11] и др. [12-19]. Как призывает анализ, многие авторы, например, Д. Чамберс [20] и др. [21-22] предлагают внедрять экономические методы, для лучшего планирования и организации поставок. Авторы предлагают различные подходы к определению наилучшего варианта поставки, однако они не учитывают специфику и особенности химической промышленности.

### МЕТОДОЛОГИЯ

*Формирование целей статьи.* Цель статьи заключается в использовании модифицированной многокритериальной оценке и построении построения дерева решений, которые позволяют выделить наиболее значимые критерии при поставке для предприятия химической

промышленности ООО СЦУ «Леда». *Постановка задания.* Необходимо разработать оптимальную модель поставки с необходимым набором критериев, влияющих на способы доставки продукции предприятиям химической промышленности.

*Используемые методы, методики и технологии.* Ведущим методом исследования является модифицированный метод многокритериальной оценки с использованием метода построения дерева решений. Данный метод позволит выявить вероятности возникновения критических и некритических издержек для предприятия и с помощью соответствующих подходов к выбору наилучшего решения среди множества альтернатив выбрать ту, следование которой, позволит добиться минимальных издержек

*Изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов*

В современных условиях хозяйствования важную роль играет постоянное повышение эффективности функционирования предприятий химической промышленности, поддержание их конкурентоспособности на должном уровне. В тоже время, повышение конкурентоспособности сегодня невозможно без применения эффективных средств и методов сокращения потерь на всех этапах создания продукта: начиная с закупки сырья, материалов и до доставки конечному потребителю. Рациональное осуществление поставок материальных ресурсов позволит оптимизировать процесс снабжения, что также обеспечит эффективное взаимодействие звеньев производственного процесса.

Предприятия химической промышленности часто сталкиваются с проблемой большого количества дефектной продукции и значительными затратами на транспортировку. Кроме того, предприятия вынуждены хранить значительные объемы закупаемой продукции. Эта проблема возникает из-за неточных прогнозов спроса и объемов заказываемого сырья у поставщиков.

ООО Самарский центр удобрений «Леда» занимается реализации минеральных удобрений. ООО СЦУ «Леда» фасует и реализует оптом и в розницу следующую продукцию: азотно-фосфорно-калийное удобрение; аммофос; диаммофоска; алимаг (калийно-магниевое удобрение); карбамид; селитра аммиачная (азотно-кислый аммоний); сульфат калия (сернокислый калий); суперфосфат.

Высокие транспортные расходы связаны с неоптимальной процедурой заказа товарно-материальных ценностей. В результате происходит транспортировка больших партий продукции, повышаются расходы на оплату наемного транспорта для перевозки материалов, возникают простои. Кроме того, запасы готовой продукции залеживаются на складе и в результате долгого хранения возрастает количество дефектной продукции.

В рамках системы управления поставками наибольшую долю занимают затраты на транспортно-экспедиционные операции, а также затраты на ненадлежащее качество товарно-материальных ценностей. В общей сумме перечисленные затраты составляют 70% от общей суммы затрат. Причиной отклонения является неэффективное прогнозирование и планирование поставок.

В настоящее время политика в области качества поставляемых товарно-материальных ценностей представляет собой разработку основных стратегий, которые позволят усилить конкурентные позиции ООО СЦУ «Леда» на рынке химической промышленности.

В последнее время предприятие активно работает над снижением логистических издержек, к которым относятся: затраты на доставку продукции, возврат брака, потери от задержек платежа, затраты на складирование и хранение.

Соблюдение установленных сроков выполнения доставки материальных ресурсов представляет собой важнейшее условие надежной поставки. Время оформления заказа, время его изготовления, упаковки, отгрузки, а

также время доставки являются основными составляющими срока поставки товарно-материальных ценностей. Соблюдение установленных сроков поставки в договоре является соблюдение перечисленных составляющих.

Нерегулярные поставки материальных ресурсов приводят к простоям оборудования и срыву выпуска продукции.

Проанализируем четыре возможные альтернативы:

1. Закупка товарно-материальных ценностей будет осуществляться у изготовителя посредством доставки самовывозом (ИС);

2. Закупка товарно-материальных ценностей будет осуществляться у посредника посредством доставки самовывозом (ИП);

3. Закупка товарно-материальных ценностей будет осуществляться у изготовителя посредством транспорта поставщика (ПС);

4. Закупка товарно-материальных ценностей будет осуществляться у посредника посредством транспорта поставщика (ПП).

Значение критериев минимизируется за счет выбора наилучшего решения.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов производителем, а доставка осуществляется собственным транспортном ООО СЦУ «Леда» при критической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,2/0,8 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов производителем, а доставка осуществляется собственным транспортном ООО СЦУ «Леда» при некритической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,08/0,92 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов производителем, а доставка осуществляется транспортом поставщика при критической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,4/0,6 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов производителем, а доставка осуществляется транспортом поставщика при некритической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,1/0,9 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов посредников, а доставка осуществляется собственным транспортном ООО СЦУ «Леда» при критической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,4/0,6 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов посредников, а доставка осуществляется собственным транспортном ООО СЦУ «Леда» при некритической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,15/0,85 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов посредником, а доставка осуществляется транспортом поставщика при критической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,2/0,8 соответственно.

Критическая/некритическая просрочка платежа при поставке материальных ресурсов посредником, а доставка осуществляется транспортом поставщика при некритической задержке доставки товарно-материальных ценностей – 0,1/0,9 соответственно.

Рассмотри параметры, связанные с наличием дефектной продукции в партии. Таким образом, размер издержек может быть:

1. Критические издержки будут составлять 4,5 тыс. руб., при поставке продукции производителем посредством автотранспорта ООО СЦУ «Леда», вероятность составит – 0,55. При поставке продукции изготовителя транспортом поставщика вероятность критических издержек составит – 0,6.

2. Некритические издержки будут составлять 0,15



тыс.руб. при поставке продукции производителем посредством автотранспорта ООО СЦУ «Леда», вероятность составит – 0,45. При поставке продукции изготовителя транспортом поставщика вероятность критических издержек составит – 0,4.

3. Критические издержки будут составлять 1,83 тыс.руб. при поставке продукции посредника посредством автотранспорта ООО СЦУ «Леда», вероятность составит – 0,45. При поставке продукции посредника транспортом поставщика вероятность критических издержек составит – 0,3.

4. Некритические издержки будут составлять 0,08 тыс.руб. при поставке продукции посредника посредством автотранспорта ООО СЦУ «Леда», вероятность составит – 0,55. При поставке продукции посредника транспортом поставщика вероятность критических издержек составит – 0,7.

На рисунке 1 представлена процедура построения дерева решений закупки карбамида в ООО СЦУ «Леда». Определенный фрагмент указанной модели предполагает, что закупка осуществляется непосредственно у изготовителя. При этом доставка будет осуществляться самовывозом. Представленный фрагмент подразделяется на две составляющие, которые в свою очередь соответствуют критическим и некритическим издержкам с вероятностью 0,1 и 0,9 соответственно.

Данные вероятности имеют следующие ветви решений:

1. Критическая задержка платежа с критической задержкой доставки – 0,3
2. Критическая задержка платежа с некритической задержкой доставки – 0,7
3. Некритическая задержка платежа с критической задержкой доставки – 0,2
4. Некритическая задержка платежа с некритической задержкой доставки – 0,1

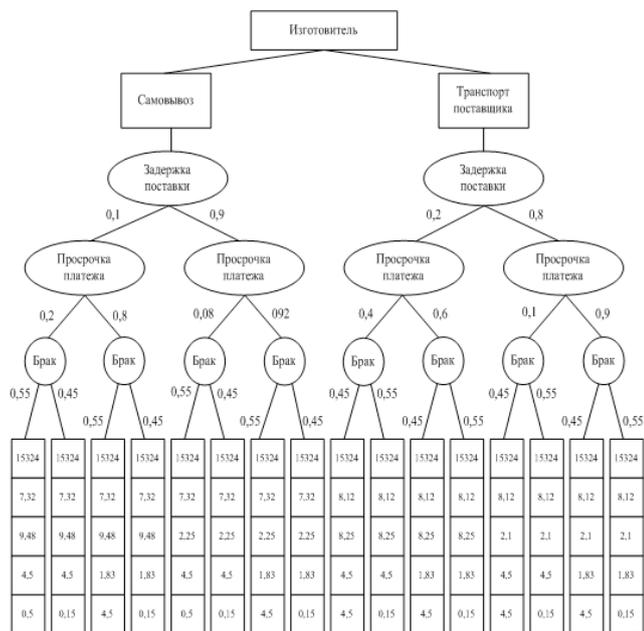


Рисунок 1 – Фрагмент дерева решений после свертки

Рассмотрим процедуру свертки, которая реализуется для всех вершин круглого типа, таких как «брак», затем «задержка платежа», «просрочка платежа». Процедура свертки позволит заменить на определенный набор параметров случайные величины для принятия соответствующего решения в условиях риска. Для свертки вершины брак стоимость закупки карбамида при критическом браке с вероятностью 0,55 будет составлять 15324 тыс. руб., при некритическом значении брака вероятность будет равна 0,45 – 15324 тыс.руб., таким образом,

$$0,55 \cdot 15324 + 0,45 \cdot 15324 = 15324.$$

Стоимость издержек, связанных с транспортными расходами при поставке от производителя путем доставки транспортом ООО СЦУ «Леда» при критическом браке с вероятностью 0,55 будет составлять 7,32 тыс.руб., при некритическом браке вероятность будет равна 0,45 – 7,32 тыс.руб., таким образом,  $0,55 \cdot 7,32 + 0,45 \cdot 7,32 = 7,32$ .

Стоимость издержек, связанная с задержкой поставки товарно-материальных ценностей при критическом браке с вероятностью 0,55 будет составлять 9,48 тыс.руб., при некритическом браке вероятность будет равна – 0,45 – 9,48 тыс.руб., таким образом,  $0,55 \cdot 9,48 + 0,45 \cdot 9,48 = 9,48$ .

Стоимость издержек, которая связана с задержкой платежа при критическом браке с вероятностью 0,55 будет составлять 4,5 тыс.руб., при некритическом браке – 0,45 – 4,5 тыс.руб., таким образом,  $0,55 \cdot 4,5 + 0,45 \cdot 4,5 = 4,5$ .

Стоимость издержек, связанная с поставкой карбамида дефектного качества при критическом браке с вероятностью 0,55 будет равно – 4,5 тыс.руб., при некритическом – 0,45 – 0,15 тыс.руб., таким образом,  $0,55 \cdot 4,5 + 0,45 \cdot 0,15 = 2,54$  тыс.руб.

Для проведения процедуры блокировки необходимо свести в таблицу все показатели частных критериев (таблица 1).

Использование процедуры блокировки позволит оставить лишь ту альтернативу с наилучшим набором показателей соответствующих частных критериев. Для поиска наилучшего решения в формате процедуры блокировки прямоугольных вершин необходимо применить метод многокритериальной оптимизации. Наименьший показатель равен 0,6 тыс. руб. и соответствует альтернативе посредник/транспорт поставщика, следовательно, данная альтернатива является наилучшим критерием в формате данного метода многокритериальной оценки [23].

Таблица 1 – Данные для проведения процедур блокировки прямоугольных вершин

	A	B	C	D	E
ИС	15324	7,32	2,25	3,96	2,54
ИП	15324	8,12	4,87	3,7	2,11
ПС	19678	7,32	6,59	3,4	1,13
ПТ	19678	8,12	2,9	2,63	0,6

Использование метода минимаксного критерия						
	A	B	C	D	E	Минимакс
ИС	15324	7,32	2,25	3,96	2,54	2,25
ИП	15324	8,12	4,87	3,7	2,11	2,11
ПС	19678	7,32	6,59	3,4	1,13	1,13
ПТ	19678	8,12	2,9	2,63	0,6	0,6

Далее рассчитаем с помощью метода среднего геометрического лучшую альтернативу. Для этого определим средний геометрический критерий по всем оценкам частного критерия. Результат выбирается наименьший (таблица 2).

Таблица 2 – Использование метода среднего геометрического

	A	B	C	D	E	Произведение оценок частных критериев
ИС	15324	7,32	2,25	3,96	2,54	2538602,159
ИП	15324	8,12	4,87	3,7	2,11	4730873,256
ПС	19678	7,32	6,59	3,4	1,13	3646992,015
ПТ	19678	8,12	2,9	2,63	0,6	731209,7644

Таким образом, наилучшей альтернативой является посредник/транспорт поставщика, так как значение суммы оценок частных критериев является наименьшим, как и при применении метода минимаксного критерия. Следовательно, для ООО СЦУ «Леда» наиболее рациональным является закупка карбамида у основных поставщиков, а доставка товарно-материальных ценностей будет осуществляться транспортом поставщика. Это обеспечит наименьшие издержки для ООО СЦУ «Леда».

*Сравнение полученных результатов с результатами в других исследованиях.*

Проведенные исследования позволили выявить наилучший вариант закупки товарно-материальных ценностей. Например, С.В. Носков, Э.А. Хабаров [24], Ю.Д.Григорьев [25], С.Ф. Пилипчук [26] также большое внимание уделяют организации поставок и определению оптимального ее объема. Однако именно в пред-



лагаемом модифицированном методе многокритериальной оценки с использованием метода построения дерева решений учтены все возможные варианты развития событий.

#### ВЫВОДЫ

**Выводы исследования.** Для минимизации логистических издержек было построено дерево решений для предприятия химической промышленности. Полученные результаты позволили определить наиболее выгодный вариант поставки с минимальными логистическими издержками. Материалы статьи могут быть полезными для любых хозяйствующих субъектов, для которых характерны отклонения от оптимальных параметров при осуществлении поставок.

**Перспективы дальнейших изысканий в данном направлении.** Для того, чтобы составить более точный прогноз в дальнейшем планируется расширить список исследуемых критериев, возможных альтернатив, а также планируется учитывать сезонность, которая характерна для предприятий химической промышленности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Залесова А.А. Планирование закупок и оценка эффективности закупочной логистики // *Научные основы современного прогресса*. 2016. С 31-34.
2. Машиянова М.А. Методы оценки эффективности каналов распределения // *Приволжский научный вестник*. 2016. №6. С. 46-48.
3. Осипова Е.Н. Оптимизация управления системой закупок и поставок как платформа стратегического развития предприятия // *Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами*. 2016. С. 133-136.
4. Пожидаева М.С., Курлыкова А.В. Управление закупочной деятельностью предприятия: терминологические аспекты // *Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты*. 2016. С. 61-64.
5. Сергеева С.А. Профессиональный статистический анализ сферы закупок как основа эффективности закупочной деятельности // *Евразийский юридический журнал*. 2016. № 11(102). С. 312-313.
6. Mohammadzadeh M., Mirzazadeh A. A production-inventory model in vendor managed inventory system with deteriorating items and pricing in fuzzy environment // *Journal of Logistics Systems and Management*. 2018. №3 (29). P. 296-326.
7. Пустохин Д.А., Зайцев А.С. Логистические проекты с применением инновационных технологий. Логистика: современные тенденции развития. Материалы XIX Международной научно-практической конференции. 2020. С. 50-56.
8. Santana R., Rosa R. Planning the distribution of goods in the context of city logistics considering split deliveries with access and time restrictions // *Journal of Logistics Systems and Management*. 2017. №4 (28). P. 507-527.
9. Шамис В.А. Рассмотрение некоторых аспектов в закупочной деятельности // *Логистика*. 2016. Т.1. №50. С. 119-122.
10. Бром А.Е., Жарков Н.В. Модель объединенного оптимального размера поставки // *Маркетинг и организация сбыта*. 2016. Т.70 №3. С.83-89.
11. Гарнов А.Г. Сбалансированная модель закупочной деятельности // *Риск: ресурсы, информация, снабжение, конкуренция*. 2016. №2. С. 24-29.
12. Сосунова Л.А., Носков С.В. Ключевые бизнес-процессы логистики снабжения строительных организаций // *Проблемы развития предприятий: теория и практика*. 2019. № 1-2. С. 71-75
13. Пустохин Д., Быкова О., Некрасова Е. Перспективы применения новых технологий в транспортно-логистических системах. *Логистика*. 2020. № 1 (158). С. 22-25.
14. Володин А., Куренков П., Шамарина А. Логистические методы и подходы к определению пропускных способностей элементов систем и звеньев цепей поставок в различных отраслях // *Логистика*. 2020. № 1 (158).
15. Сотников А.М. Теория вероятностей : учебное пособие / В.Н. Сотников, А.М. Попов. – М : Юрайт, 2017. 216 с.
16. Иванов О.И., Коростелев А.А., Ярыгин О.Н. Оптимизационные решения обобщенной задачи логистики на основе компьютерной модели // *Вестник НГИЭИ*. 2016. № 10 (65). С. 149-155.
17. Кузубов А.А. Особенности системы управления запасами в логистической системе предприятия // *Азимут научных исследований: экономика и управление*. 2017. Т. 6. № 4 (21). С. 137-140.
18. Садохов М.А., Вицентий А.В. Использование геосервисов для решения задач анализа и динамической визуализации логистических потоков // *XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс*. 2019. Т. 8. № 4 (48). С. 26-32.
19. Базавлуцкая Л.М., Демчура С.С., Кострюкова Л.А., Шварцкоп О.Н. Логистизация как инновационный процесс в системе образования // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. 2018. Т. 7. № 4 (25). С. 31-34.
20. Чамберс Д. Статистическое управление процессами. Оптимизация бизнеса с использованием контрольных карт Шухарта / Д. Чамберс, Д. Уилер. – М. : Альпина Паблишер, 2017. 410 с.
21. Шамис В.А. Некоторые аспекты моделирования в логистике

с применением программы anylogic // *Общество, наука и инновации*. 2017. № 3 (85). С. 56-58.

22. Keshavarz M., Pasandideh H. Multi-objective optimization of continuous review inventory system under mixture of lost sales and backorders within different constraints // *Journal of Logistics Systems and Management*. 2018. №3 (29). P. 327-348.

23. Бережная М.Д., Сярдова О.М. Использование метода многокритериальной оценки для выявления наилучшей альтернативы для осуществления закупочной деятельности ООО СЦУ «Леда» // *Молодежный научный вестник*. 2018. № 2 (27). С. 205-210.

24. Носков С.В., Хабаров Э.А. Методы принятия логистических решений // *Проблемы развития предприятий: теория и практика*. 2018. № 2. С. 161-168.

25. Григорьев Ю.Д. Методы оптимального планирования эксперимента. Линейные модели : учебное пособие / Ю.Д. Григорьев. – М. : Лань, 2015. 320 с.

26. Пилипчук С.Ф. К вопросу об определении оптимального объема партии поставки // *Управление цепями поставок*. 2013. №2 (55). С. 71-77.

The article was received by the editors 23.09.2020  
The article was accepted for publication 27.11.2020