

Ю. Б. ГОЛОВКИН, Р. А. ЯРЦЕВ, С. Г. ГАЗЕТДИНОВА

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК

Обсуждается методика построения моделей на основе графов с приоритетами, предназначенная для автоматизированной поддержки процесса управления инструментальной подготовкой на предприятиях сервиса. Показана эффективность методики в условиях расхождения экспертных оценок по количеству и номенклатуре инструмента, необходимого для внутреннего потребления.

Ключевые слова: модель, сервис, методика, процесс, граф, экспертная оценка.

Введение. Современное предприятие сервиса — это сложная система, которая характеризуется высоким уровнем технической оснащенности, обеспечивающим эффективное решение задач в сфере производства и оказания услуг. В такой системе особую актуальность приобретает организация бесперебойного снабжения всех процессов необходимыми ресурсами, к которым относятся, в частности, технологическая оснастка и инструмент, подверженные быстрому моральному и физическому износу [1]. Следовательно, правильное планирование инструментальной подготовки является важнейшим фактором обеспечения устойчивой работы предприятия сервиса.

В настоящее время не существует ни готовых программных продуктов, ни методических средств, позволяющих эффективно решать задачу планирования инструментальной подготовки в условиях, когда требуется согласование различных мнений по поводу номенклатуры и количества необходимого инструмента и оснастки.

Согласование различных вариантов плана инструментальной подготовки, предложенных участниками процесса планирования, является весьма трудоемким, при этом составление итогового плана вручную неэффективно. Анализ существующих средств, методов и моделей, используемых для автоматизации процесса планирования и управления системами (см., например, работы [2—9]), показал, что они не позволяют осуществлять обработку противоречивых экспертных оценок и не обеспечивают автоматизированное сопоставление, обобщение и согласование точек зрения отдельных экспертов. В связи с этим был сделан вывод о необходимости разработки новой методики моделирования, позволяющей с помощью компьютерных технологий учитывать мнения различных экспертов по заказу необходимого инструмента и оснастки с последующим устранением возникающих расхождений. Содержание этой методики и обсуждается в настоящей статье.

Планирование инструментальной подготовки производства и сервисного обслуживания. В настоящее время порядок организации инструментальной подготовки на крупном предприятии сервиса предполагает планирование деятельности инструментальных цехов, производящих различные виды инструмента и оснастки, и включает следующие этапы: 1) формирование портфеля заказов; 2) планирование объема трудовых затрат инструментальных цехов; 3) составление и утверждение номенклатурного плана.

Портфель заказов формируется ежемесячно на основании большого числа заявок от подразделений предприятия. Удовлетворить эти заявки в полном объеме инструментальные цехи часто не в состоянии даже при полной загрузке имеющихся мощностей. Поэтому для выявления наиболее важных позиций портфеля заказов составляется номенклатурный план, который содержит заказы на изготовление, ремонт и модернизацию инструмента и оснастки

в следующем месяце и служит своего рода „фильтром“, позволяющим обеспечить баланс между потоком заявок и пропускной способностью инструментальных цехов, выражаемой в виде планового объема трудовых затрат.

К недостаткам существующего способа планирования инструментальной подготовки можно отнести: 1) большие потери времени на согласование и коррекцию номенклатурного плана; 2) высокую степень субъективности принимаемых решений; 3) сложность коррекции номенклатурного плана при необходимости изменения планового объема трудовых ресурсов; 4) ручной характер обработки данных. Это обуславливает необходимость автоматизации процесса планирования, что позволит предоставить техническому директору, выступающему в роли лица, принимающего решения (ЛПР), возможность просмотра, доработки и согласования различных вариантов номенклатурного плана, а также коррекции планового объема трудовых затрат.

Предлагаемая методика моделирования для составления плана инструментальной подготовки должна выступать в качестве теоретической основы для разработки конкретных моделей экспертных оценок и их практической реализации в виде программного обеспечения на языке высокого уровня.

Методика моделирования для составления плана инструментальной подготовки.

По своему характеру процесс планирования может быть отнесен к классу простых элементарных процессов (ЭП) как дискретных процессов специального вида, которые целесообразно представлять моделями в виде графов [10, 11]. Разработанная методика основывается на использовании моделей ЭП, каждая из которых включает в качестве главного компонента так называемый граф элементарного процесса (ГЭП) — ориентированный граф, вершины которых отображают возможные состояния моделируемого процесса, а дуги — возможные переходы между ними [10, 11].

Для удобства описания методики вводится нормализация графов и соответствующих моделей: ГЭП первого нормального вида определяется как граф, каждой дуге d_k которого, исходящей из произвольной вершины S_j , однозначно соответствуют приоритет $\pi(d_k, G)$, предикат активности p_a и слово $c(d_k, G)$, состоящее из символов алфавита C ; ГЭП второго нормального вида может быть получен из предыдущего удалением всех недостижимых вершин и дуг. Изначально первый нормальный вид имеют индивидуальные модели ЭП, которые строятся экспертами и представляют собой исходные данные для моделирования.

Модели, получаемые на основании экспертных данных, называются индивидуальными. Они содержат ГЭП первого нормального вида и обозначаются как M_i (см. рис. 1). Предлагается объединить индивидуальные модели в обобщенную модель ЭП M^* , включающую:

предикат активности — переменную $p_a^* = \bigvee_{i=1}^N p_{ai}$, где p_{ai} — предикат активности индивидуальной модели M_i ;

вектор активности — вектор-строку вида $\mathbf{p}_a^* = [p_{a1}; p_{a2}; \dots; p_{ai}; \dots; p_{aN}] = [p_{ai}]_{1N}$, который в каждый текущий момент времени указывает на i -активность процесса (т.е. его активность в представлениях i -го эксперта) по каждой из моделей M_i ;

обобщенный граф элементарного процесса (ОГЭП) — ГЭП G^* , включающий начальную вершину $\sigma^* = \sigma(G^*)$, вершины S_j^* которого ($S_j^* \in O^* = O(G^*), j = \overline{1, N^*}, N^* = N(G^*)$) соединены дугами d_k^* ($d_k^* \in A^* = A(G^*), k = \overline{1, D^*}, D^* = D(G^*)$), причем если $D_j^* = D(S_j^*, G^*)$, то $D^* = \sum_{j=1}^{N^*} D_j^*$.

Для каждой дуги d_k^* ОГЭП задаются: 1) предикат активности $p_a(d_k^*, G^*)$, определяющий активность данной дуги; 2) функция прообраза $F(d_k^*, G^*, G_i)$, принимающая единичное значение в том и только в том случае, если для дуги d_k^* на индивидуальном ГЭП (ИГЭП) G_i най-

дется прообраз, т.е. соответствующая ей дуга d ($\exists d(d \in \Delta(G_i) \Rightarrow d \sim d_k^*)$); 3) вектор-приоритет $\Pi(d_k^*, G^*)$, хранящий приоритеты всех дуг d на различных ИГЭП, соответствующих d_k^* ; 4) вектор информационного сопровождения $C(d_k^*, G^*)$, хранящий символы информационного сопровождения таких дуг; 5) семейство функций развития m^* — множество вида $\{m_i(\tilde{G}^i)\}$, $i = \overline{1, N}$, где $m_i(\tilde{G}^i)$ — функция развития приведенной индивидуальной модели M_i , определенная на соответствующем графе \tilde{G}^i ; 6) семейство функций информационного сопровождения e^* — множество вида $\{e_i(\tilde{G}^i)\}$, $i = \overline{1, N}$, где $e_i(\tilde{G}^i)$ — функция информационного сопровождения приведенной индивидуальной модели M_i .

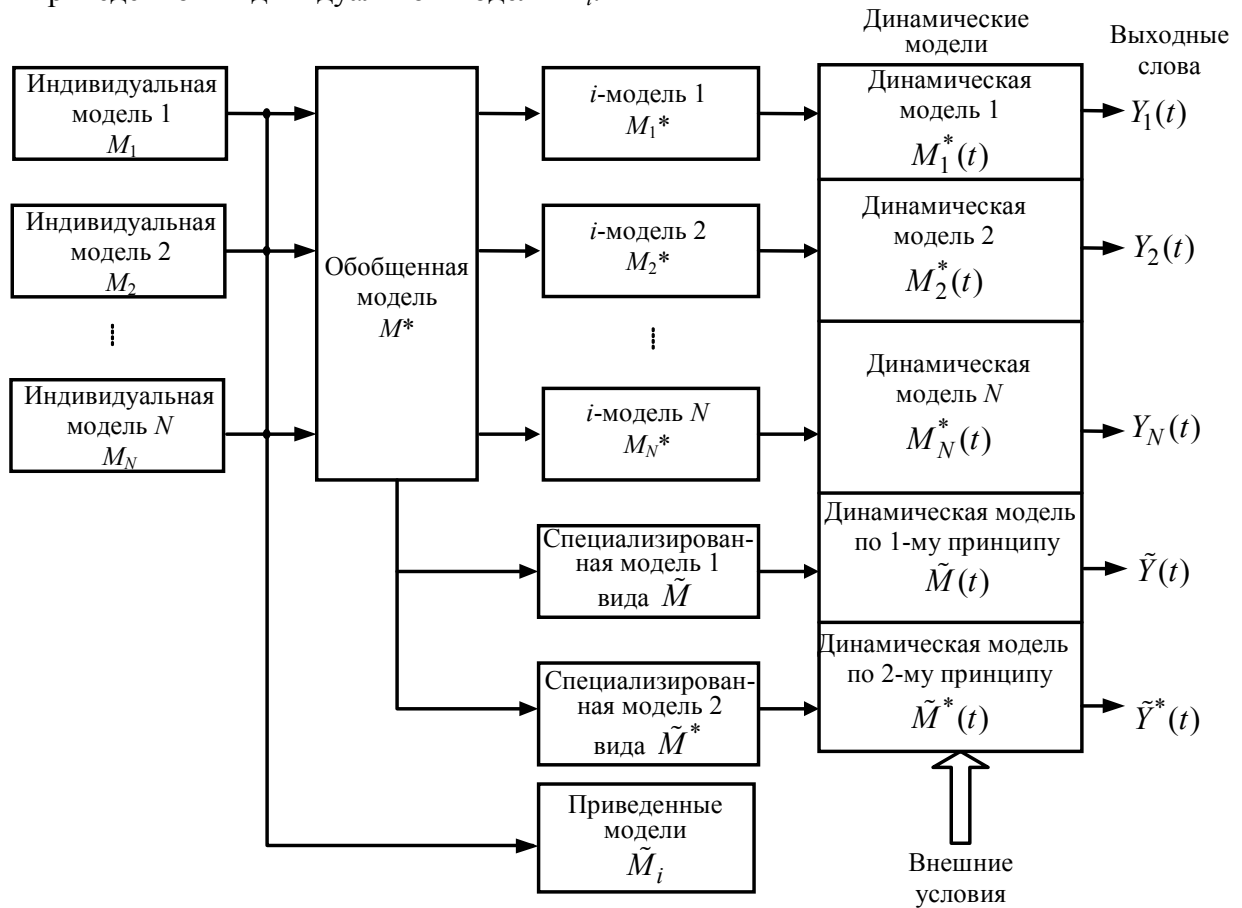


Рис. 1

Разработана процедура, позволяющая строить обобщенную модель ЭП на основе предложенных экспертами индивидуальных моделей, устраняя их избыточность и сохраняя различия. Основная идея данной процедуры заключается в том, что так называемые соответствующие вершины и дуги различных индивидуальных моделей объединяются в одну вершину или дугу на обобщенной модели. Реализация процедуры подробно обсуждается в работе [9].

Обобщенная модель в дальнейшем используется для контроля развития ЭП вместо индивидуальных моделей. Это достигается путем восстановления из модели M^* так называемых i -моделей M_i^* , эквивалентных индивидуальным моделям M_i , приведенным ко второму нормальному виду. Модели M_i^* предназначены для построения динамических моделей $M_i^*(t)$, которые непосредственно служат для контроля развития описываемого ЭП в момент времени t , обеспечивая лицо, принимающее решения, информацией в виде выходных слов $Y_i(t)$.

Для упрощения контроля ЭП разработаны две процедуры преобразования обобщенной модели к специализированным моделям, имеющим второй нормальный вид. В основу одной из этих процедур положен принцип ранжирования экспертов и предложенных ими моделей

по приоритетам, а в основу другой — принцип преобладания коллективного мнения экспертов над индивидуальными мнениями. Использование данных процедур устраняет противоречия, содержащиеся в индивидуальных моделях, без согласования с их авторами.

Применение разработанной методики. Предлагаемый порядок планирования инструментальной подготовки предприятия сервиса и его реализация иллюстрируются общей схемой автоматизированного процесса формирования номенклатурного плана (рис. 2).

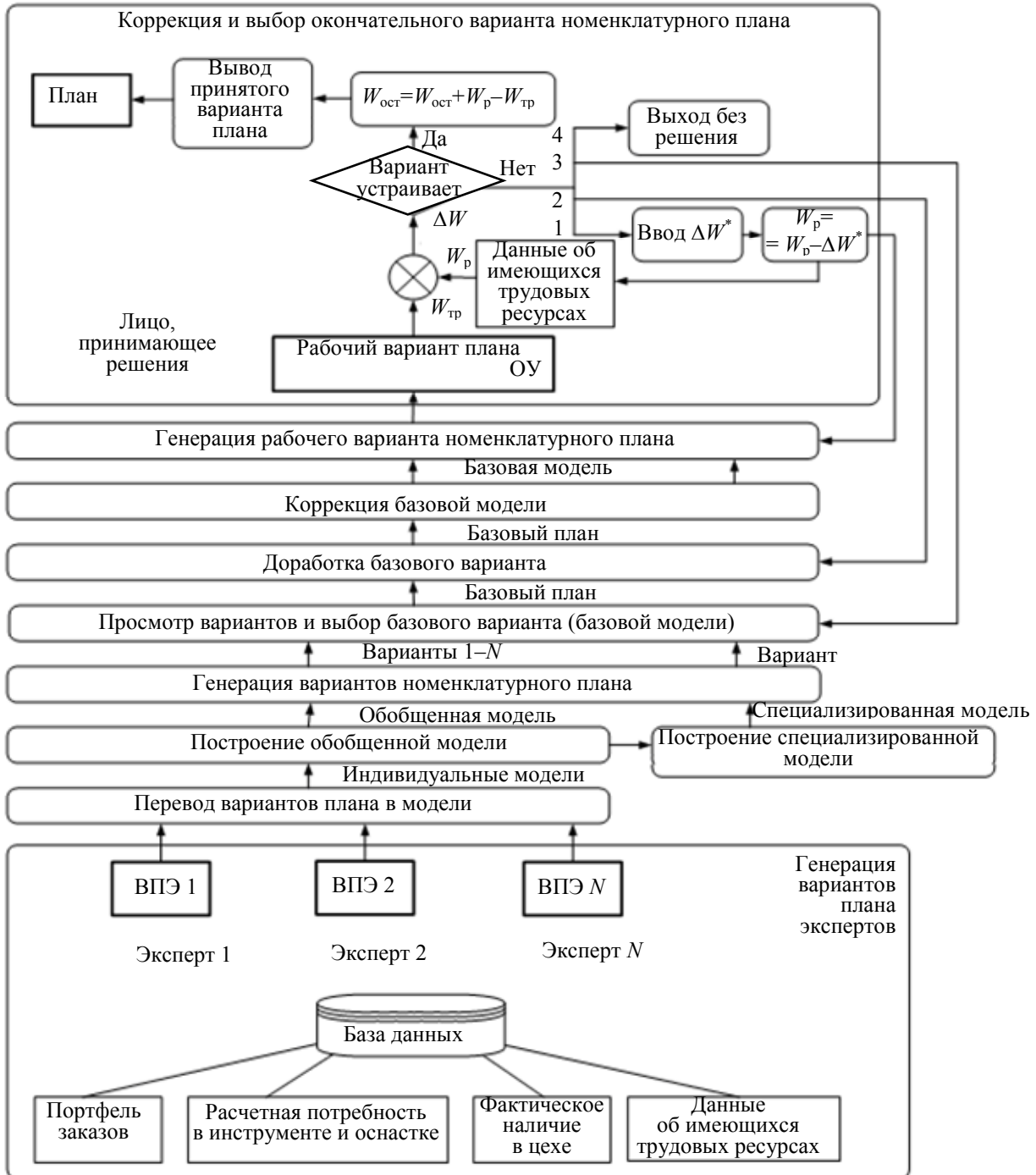


Рис. 2

Экспертам предлагается выбрать наиболее важные, по их мнению, позиции перечня инструмента и оснастки для включения в номенклатурный план следующего месяца. Сформированные экспертами варианты плана (ВПЭ) преобразуются в индивидуальные модели на основе ГЭП, объединяемые в обобщенную модель, которая образует базу для генерации

любого из вариантов номенклатурного плана, а также построения специализированных моделей по запросу ЛПР. Выбранный им вариант является базовым и хранится в виде базовой модели. После его доработки формируется рабочий вариант плана, который используется для выбора окончательного варианта номенклатурного плана, осуществляемого ЛПР.

Далее суммарная трудоемкость выполнения заказов $W_{тр}$ рабочего варианта плана сравнивается с плановым объемом W_p имеющихся в распоряжении трудовых ресурсов (в нормочасах). Если разность ΔW между W_p и $W_{тр}$ не меньше нуля, то такой вариант считается приемлемым и ЛПР лишь подтверждает решение о принятии окончательного варианта. Программа при этом вычисляет остаток трудовых ресурсов $W_{ост}$ и осуществляет вывод плана по специальной форме. Если же $\Delta W < 0$, что означает недостаток трудовых ресурсов, то рабочий вариант плана неприемлем, и программа сигнализирует об этом управляющему, предлагая принять одно из рекомендуемых решений.

Индивидуальные модели, построенные с помощью предлагаемой методики для экспертов конкретного предприятия, показали избыточность данных более чем на 30 %, которая была устранена построением обобщенной модели M^* (рис. 3). На основе данной методики был разработан комплекс алгоритмов, программная реализация которого позволила сократить время, расходуемое на принятие решений по номенклатурному плану, более чем на 60 %.

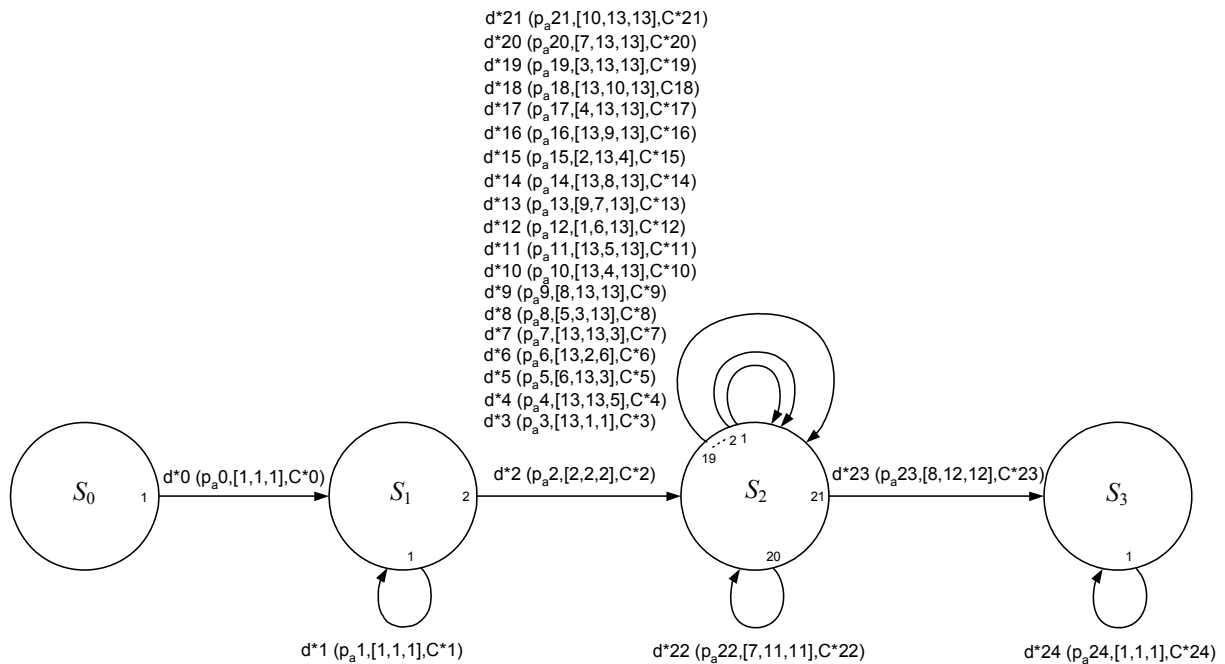


Рис. 3

Заключение. Рассмотренная методика, таким образом, предназначается в первую очередь для автоматизации процесса управления в производственных системах и системах сервисного технического обслуживания, где требуется качественная инструментальная подготовка и возникают разногласия по поводу принимаемых решений. Однако универсальный характер данной методики обеспечивает возможность ее применения и для более широкого класса систем, к которым могут быть отнесены, например, системы библиотечного обслуживания [12, 13].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болгов И. В., Агарков А. П. Инфраструктура предприятий сервиса. М.: Изд. центр „Академия“, 2008. 288 с.
2. Миронов В. В., Ярцев Р. А. Иерархические процессы и их реализация // Вопросы регулирования и управления в сложных системах: Межвуз. науч. сб. Уфа: УАИ, 1991. С. 46—58.

3. Виссарионов В. С., Газетдинова С. Г., Головкин Ю. Б., Ярцев Р. А. Об алгоритме контроля простого элементарного процесса. СПб, 2006. Деп. в ВИНТИ, 24.05.06, № 703-B2006.
4. Виссарионов В. С., Газетдинова С. Г., Головкин Ю. Б., Ярцев Р. А. О контроле дискретных процессов специального вида на основе графов с приоритетами // Интеллектуальные системы обработки информации и управления: Сб. статей 2-й регион. зимней школы-семинара аспирантов и молодых ученых. Уфа: Изд-во „Технология“, 2007. Т. 1. С. 102—106.
5. Богатырев В. А., Богатырев С. В., Богатырев А. В. Функциональная надежность вычислительных систем с перераспределением запросов // Изв. вузов. Приборостроение. 2012. Т. 55, № 10. С. 53—57.
6. Богатырев В. А. Распределение заданий в многомашинных вычислительных системах // Изв. вузов СССР. Приборостроение. 1986. Т. 29, № 5. С. 43—47.
7. Колбанёв М. О., Татарникова Т. М., Воробьёв А. И. Модель балансировки нагрузки в вычислительном кластере центра обработки данных // Информационно-управляющие системы. 2012. № 3. С. 37—41.
8. Пуха Г. П. Методология формирования и реализации систем интеллектуальной поддержки принятия решений. СПб: СММО-Пресс, 2012. 337 с.
9. Газетдинова С. Г., Ярцев Р. А. О построении моделей управления на основе графов с приоритетами по методологии экспертных оценок // Вестн. УГАТУ. 2006. Т. 7, № 2 (15). С. 212—222.
10. Миронов В. В., Головкин Ю. Б., Юсупова Н. И. Об автоматной модели динамической ситуации // Управление сложными техническими системами: Межвуз. науч. сб. Уфа: УАИ, 1986. № 9. С. 3—10.
11. Ярцев Р. А. Об автоматизации управления элементарными процессами в сложных системах. Л., 1991. Деп. в ВИНТИ, 13.02.91, № 739-B91.
12. Кромнина Л. А., Ярцев Р. А. Формирование заказа литературы для библиотеки вуза на основе локальных рейтингов изданий как задача исследования операций // Вестн. УГАТУ. Уфа: УГАТУ, 2010. Т. 14, № 5 (40). С. 176—187.
13. Миронов В. В., Ярцев Р. А., Кромнина Л. А. Применение общих рейтингов заказываемых изданий при формировании оптимального варианта заказа литературы для вуза // Вестн. НГУ. Серия: информационные технологии: Науч. журн. Новосиб. гос. ун-та. 2012. Т. 10, № 4. С. 5—12.

Сведения об авторах

Юрий Борисович Головкин

— канд. техн. наук, доцент; Санкт-Петербургский государственный экономический университет, кафедра прикладных информационных технологий; E-mail: comparif@rambler.ru

Рустэм Альбертович Ярцев

— канд. техн. наук, доцент; Уфимский государственный авиационный технический университет, кафедра автоматизированных систем управления; E-mail: rust-66@yandex.ru

Светлана Геннадьевна Газетдинова

— канд. техн. наук; Уфимский государственный авиационный технический университет, кафедра автоматизированных систем управления; E-mail: svetlana_gazetdi@mail.ru

Рекомендована кафедрой
прикладных информационных
технологий

Поступила в редакцию
28.04.14 г.