

УДК 330.36

**М.С. Дмитриуков, В.А. Харитонов, Н.И. Сафонов**

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет, Пермь, Российская Федерация

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗМА АКТИВНОЙ  
ЭКСПЕРТИЗЫ НА ОСНОВЕ ОБОБЩЕННЫХ МЕДИАННЫХ  
СХЕМ ДЛЯ ЗАДАЧ МНОГОАСПЕКТНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Многоаспектное управление, отличающееся наличием нескольких не вполне совпадающих интересов, характерно для социально-экономических систем, к которым можно отнести, например, объекты культурного наследия, представляющие недвижимое имущество, рекреационные услуги и экономические отношения. Такое управление реализуется через разработку и выполнение отбираемых при множестве альтернатив проектов, согласованных с мнениями всех участников принятия решения. Повышение эффективности известных механизмов принятия согласованных инвестиционных решений в многоаспектных задачах управления является актуальным.

Основная идея и цель представленных результатов исследования заключается в совершенствовании процедуры принятия согласованных инновационных решений на основе обобщенных схем и доведения их до уровня инструментальных средств.

Авторами предложена существенная модификация процедуры принятия согласованных инвестиционных решений на основе обобщенных медианных схем, полностью исключающая необоснованные предпочтения любой формирующейся при этом коалиции. Приводится пример модифицированной процедуры согласования функций приведения фазовых характеристик многофакторных объектов к стандартной шкале комплексного оценивания.

**Ключевые слова:** управление, алгоритмы интеллектуальной поддержки, согласованные инвестиционные решения, активная экспертиза, обобщенная медианная схема, функция приведения, активная неманипулируемая экспертиза.

**M.S. Dmitriukov, V.A. Kharitonov, N.I. Safonov**

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

**IMPROVEMENT OF MECHANISMS OF ACTIVE EXPERTISE  
BASED ON GENERALIZED MEDIA SCHEME  
FOR THE PROBLEM OF MULTIDIMENSIONAL MANAGEMENT  
IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

The multi-management, which is characterized by the presence of several common interests, characteristic of the socio-economic systems, which include, for example, objects of cultural heritage, representing real estate, recreational facilities and economic relations. This control is implemented

through the development and implementation of projects that are selected on a set of alternatives, consistent with the views of all participants in decision-making. Improving the efficiency of known concerted investment decision-making mechanisms in the multidimensional control problems is topical.

The main idea and purpose of the presented results of the study is to improve the procedures for concerted innovative solutions based on generalized median schemes and bringing them to the level of tools.

The authors proposed a substantial modification of procedure decision concerted investment decision-making on the basis of generalized median schemes, which completely will eliminate unwarranted preferences any coalitions. Is an example of the modified functions approval procedures to bring the phase characteristics of multifactor objects to the standard scale integrated assessment.

**Keywords:** management, intellectual support algorithms, concerted investment decisions, active examination, generalized median scheme, bringing the function, active non-manipulable examination.

## **Введение**

Принятие согласованных решений, в том числе с использованием моделей индивидуальных и коллективных предпочтений [1–7], обеспечивающих высокий уровень эффективности (обоснованности, прозрачности и неманипулируемости процессов выбора наиболее предпочтительных инвестиционных проектов) управления социально-экономическими системами, следует связывать с разработкой алгоритмов интеллектуальной поддержки принятия решений<sup>1</sup> [8–13]. Однако эффективность известных механизмов принятия согласованных инвестиционных решений ограничена несовершенством процедуры согласования интересов на основе неманипулируемых механизмов многокритериальной активной экспертизы, в том числе в вопросах практической реализации применительно к задачам прикладной экономики<sup>2</sup> [14–21].

Основная идея и цель представленных результатов исследования заключаются в совершенствовании процедуры принятия согласованных инновационных решений на основе обобщенных медианных схем и доведении их до уровня инструментальных средств, не противоречащих теории коллективного выбора и отличающихся простотой интерпретации и реализации с использованием сертифицированных программных комплексов и доступного методического обеспечения. Это позволит уменьшить риски принятия не вполне убедительных и не-

---

<sup>1</sup> Автоматизированная система комплексного оценивания объектов с возможностью выбора нечеткой процедуры свертки в соответствии со степенью неопределенности экспертной информации о параметрах их состояния: а.с. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2014660537 Рос. Федерация / А.О. Алексеев, М.И. Мелехин, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин. № 2014618056; заявл. от 12.08.2014.

<sup>2</sup> Адаптируемая неманипулируемая процедура обработки результатов активного экспертного оценивания: а.с. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2009616217 Рос. Федерация / А.О. Алексеев, А.А. Бельх, М.И. Мелехин, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин. Заявл. от 11.11.2009.

принятия достаточно привлекательных для всех заинтересованных лиц инвестиционных решений. В статье также приводятся данные вычислительных экспериментов, подтверждающие эффективность предложенных механизмов принятия согласованных инвестиционных решений.

## 2. Модификация процедуры принятия согласованных инвестиционных решений на основе обобщенных медианных схем

Максиминный механизм активной экспертизы, прошедший государственную регистрацию в виде программы для ЭВМ<sup>3</sup> [22], представлен на рис. 1. В основе этого механизма лежит не арифметическая обработка экспертной информации, а логическая, реализованная в соответствии с выражением

$$X_3 = \max_{i=1, I} \min_{i=1, I} (X_i, W_{i-1}), \quad (1)$$

где  $i = \overline{1, I}$  – номер эксперта в ранжированном ряду высказываний, расположенных между заданными нижней  $X_{\text{ниж}}$  и верхней  $X_{\text{верх}}$  границами;  $W_{i-1}$  – специальная дискретная функция, определенная на множестве  $\overline{0, I}$ , включая номер 0 виртуального эксперта, значения которой соответствуют состояниям равновесия по Нэшу [6, 7]. Данная функция вычисляется по формуле

$$W_{i-1} = X_{\text{ниж}} + \frac{X_{\text{верх}} - X_{\text{ниж}}}{n}(n - i), \quad (2)$$

где  $n$  – общее число реальных экспертов.

Приведенный механизм не вполне соответствует идее обобщенной медианной схемы согласования результатов экспертного опроса [14, 15], и поэтому нуждается в дополнительном анализе, который целесообразно произвести с помощью предложенного авторами усовершенствования схемы представления максиминного механизма активной экспертизы (АЭ) путем изменения взаиморасположения ключевых для него математических объектов: специальной функции  $W(i)$  и ран-

<sup>3</sup> Адаптируемая неманипулируемая процедура обработки результатов активного экспертного оценивания: а.с. о гос. рег. программы для ЭВМ № 2009616217 Рос. Федерация / А.О. Алексеев, А.А. Бельх, М.И. Мелехин, В.А. Харитонов, Р.Ф. Шайдулин. Заявл. от 11.11.2009.

жированного ряда сообщений экспертов  $X_i, i = \overline{1, I}$  (рис. 2, а, б), смещаемого влево на единицу шкалы абсцисс относительно положения, занимаемого на рис. 1. В результате этой процедуры сопоставляемые в процессе АЭ суждения реальных и фантомных экспертов занимают удобные для анализа взаиморасположения, номером эксперта становится число  $i' = i + 1$ , для фантомного эксперта – число  $I = 4$ .

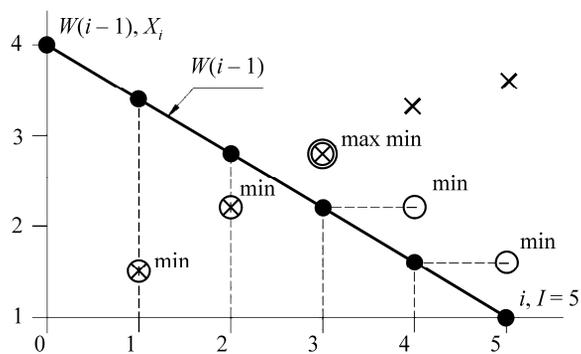


Рис. 1. Максимально-минимальный механизм неманипулируемой активной экспертизы

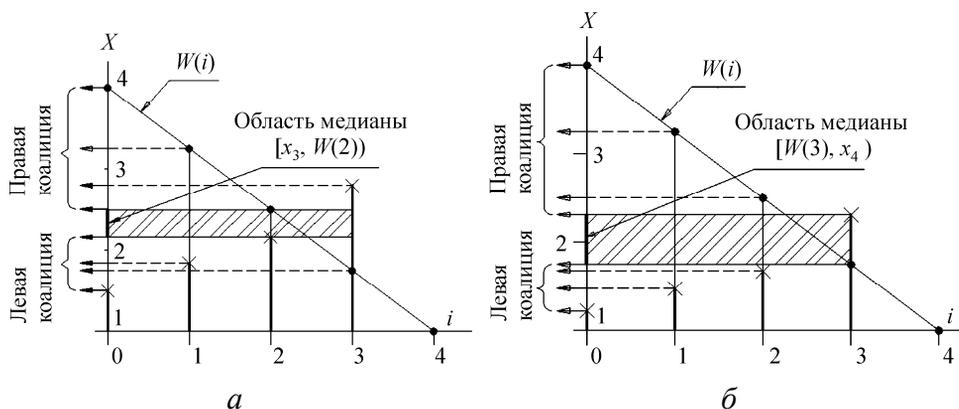


Рис. 2. Варианты формирования области обобщенной медианы при получении согласованного решения при множестве высказываний экспертов  $f(i + 1)$ , обозначенных крестом, и значений специальной функции  $W(i)$ , отличающиеся порядком построения полуинтервала медианы: а – область медианы определена высказыванием эксперта (нижняя граница) и значением специальной функции (верхняя граница); б – область медианы определена аналогичными значениями в обратной последовательности

Из рис. 2, а, б следует, что согласованные решения находятся в области определения медианы с нижней (верхней) границей, принадлежащей значениям высказываний эксперта (значениям специальной

функции), либо в обратной последовательности. Верхняя граница области определения медианы устанавливается альтернативным значением на шаге полученного согласованного решения: либо фантомного объекта (см. рис. 2, а), либо высказывания агента (см. рис. 2, б). Таким образом, область определения медианы принимает одну из двух форм:  $[x_i, W_{i-1})$  или  $[W_{i-1}, x_i)$ , – и является разделителем равномоощных левой и правой коалиций, составленных из реальных и фантомных экспертов, обладающих в значительной степени свойством неманипулируемости. В то же время существование непустой области определения медианы обуславливает некорректность (неопределенность решения) задачи согласования ввиду ее неоднозначности, которая допускает возможность выбора «несправедливого» решения – в пользу одной из коалиций, т.е. определенного манипулирования. Следствием этого манипулирования могут оказаться риски принятия не вполне убедительных и непринятия достаточно привлекательных для всех заинтересованных лиц инвестиционных решений. Преодолеть обнаруженное затруднение можно с помощью перехода от дискретных форм представления суждений реальных и виртуальных игроков  $i \in \overline{0, I}$  к непрерывным  $i \in [0, I]$  путем использования процедуры интерполяции (рис. 3, а, б) или с помощью графического метода построения вручную, что оправдано однократным использованием результата.

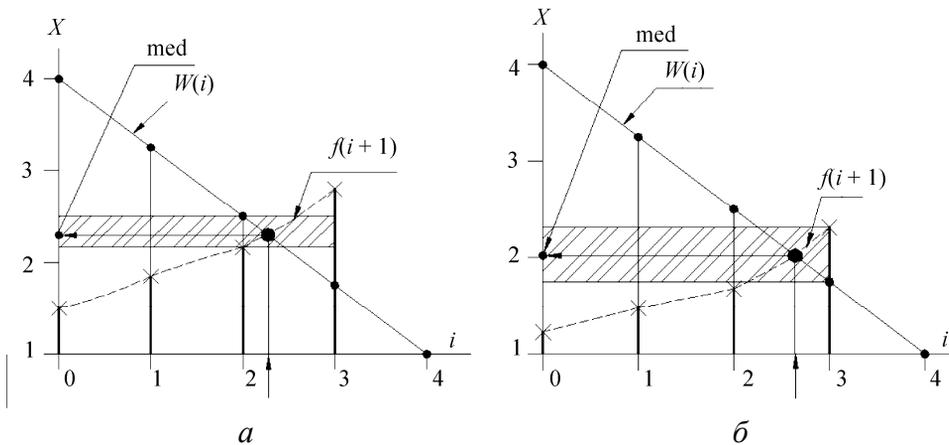


Рис. 3. Процедура однозначного нахождения обобщенной медианы для случаев: а – 2, а (см. рис. 2); б – 2, б (см. рис. 2),  $i \in [0, I]$

Точка пересечения полученных непрерывных функций  $f(i + 1)$ ,  $W(i)$ ,  $i \in 0, I$  может служить вычислению однозначного и полностью неманипулируемого согласованного решения согласно выражениям

$$i_{\text{med}} = \arg (W(i) = f(i + 1)), i \in [0, I], \quad (3)$$

$$\text{med} = W(i_{\text{med}}) = f(i_{\text{med}} + 1), i \in [0, I], \quad (4)$$

$$W(i) = 4 - \frac{3i}{I}, i \in [0, I]. \quad (5)$$

Таким образом, сформулирована модифицированная процедура активной экспертизы на основе обобщенных медианных схем, отличающаяся единственностью и более полной неманипулируемостью согласованных решений. Полученный результат может быть использован для построения согласованных моделей предпочтений при ограничениях, связанных с несовпадениями как функций приведения фазовых переменных к качественной стандартной квалиметрической шкале комплексного оценивания, так и наполнений матриц свертки путем нахождения согласованных параметров функции приведения или элементов матриц искомой модели предпочтений. Первый класс моделей будет описан далее.

## **2. Процедура согласования функций приведения фазовых характеристик к стандартной шкале комплексного оценивания**

При несовпадении предпочтений экономических субъектов только по параметрам функций приведения [5] частных характеристик к стандартной непрерывной шкале [1, 4] комплексного оценивания предлагается характеризовать непрерывные функции приведения  $X = \pi(x)$ , где  $x$  – значение фазовой координаты в физической шкале  $x \in [x_{\min}, x_{\max}]$ , а  $X$  – ее квалиметрический аналог в шкале  $X \in [1, 4]$ . Параметрами, доступными экспертам для оценивания, являются  $x_i = \pi_i^{-1}(N)$ ,  $i = \overline{1, I}$ , соответствующие целочисленным значениям  $N = \overline{1, 4}$  функций приведения, где  $I$  – число лиц, принимающих решение (рис. 4).

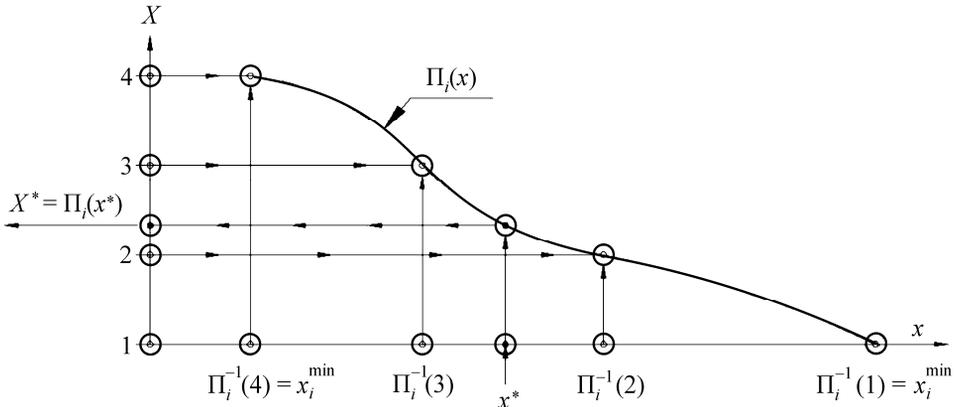


Рис. 4. Параметры  $\pi_i^{-1}(4)$ ,  $\pi_i^{-1}(3)$ ,  $\pi_i^{-1}(2)$ ,  $\pi_i^{-1}(1)$  непрерывной функции приведения значений фазовой характеристики к квалиметрической шкале [1, 4]  $i$ -го эксперта

Это приводит к неоднозначной квалиметрической интерпретации  $X^*$  одних и тех же значений  $x^*$  фазовых характеристик, что можно устранить путем согласования параметров функций приведения методом активной экспертизы. Таким образом, на этой стадии моделирования производится частичное согласование интересов лиц, принимающих решения. Согласованные параметры функции приведения являются основанием перехода от решетчатой формы функции приведения к непрерывной  $\pi(x)$  единым методом интерполяции, что обеспечивает полное совпадение интересов участников принятия решений в области представления функций приведения. Многократное использование непрерывных функций приведения при обосновании наиболее предпочтительных решений требует достаточного внимания к выбору эффективного метода интерполяции по параметрам точности и быстродействия. Этому способствует регулярный характер искомых функций трех видов, дифференцируемых, имеющих один максимум и один или два минимума. В связи с этим можно рекомендовать в качестве аналитического метода сплайн-способ или графическую интерполяцию с использованием стилуса, создающего табличные формы.

Исходная ситуация в качестве примера характеризуется различными функциями приведения трех экспертов:  $\Pi_1(x)$ ,  $\Pi_2(x)$ ,  $\Pi_3(x)$ , – обозначенными пунктирными линиями. Для построения согласованной функции приведения  $\Pi_c(x)$  исходные функции описываются парамет-

рами 1–4 соответственно:  $\Pi_i^{-1}(1)$ ,  $\Pi_i^{-1}(2)$ ,  $\Pi_i^{-1}(3)$ ,  $\Pi_i^{-1}(4)$  (рис. 5). Названные функции приведения отличаются значениями четырех основных параметров, которые фигурными скобками собраны в четыре группы по числу параметров функции приведения. Чтобы получить согласованную функцию приведения, необходимо согласовать соответствующие параметры в каждой группе, что описано соответственно четырьмя графиками на рис. 6.

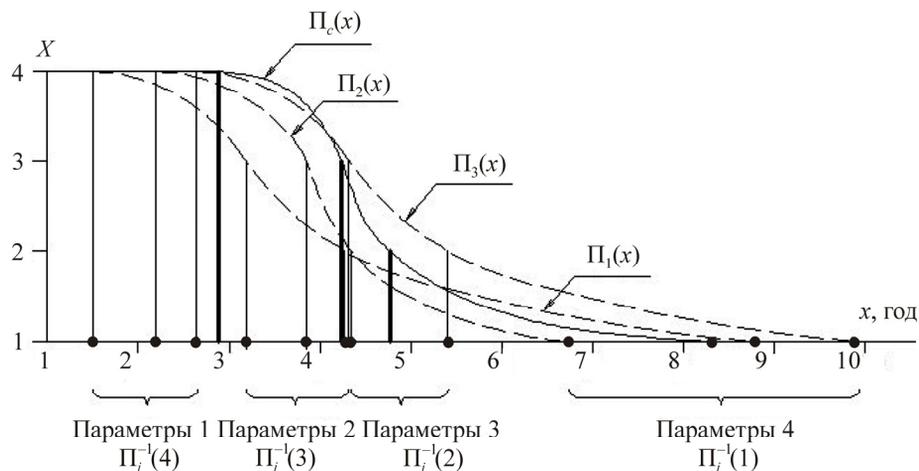


Рис. 5. Решение задачи формирования согласованной функции приведения при заданных функциях приведения группы экспертов

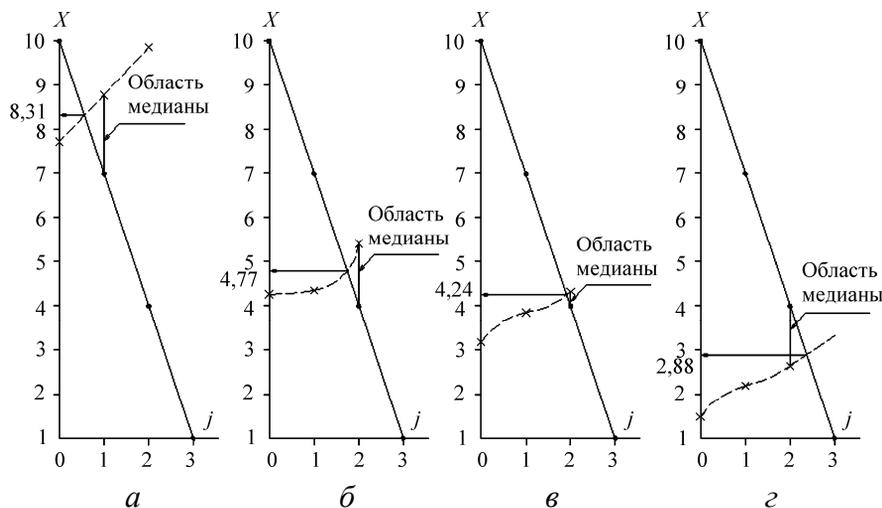


Рис. 6. Процедура формирования параметров согласованной функции приведения по параметрам функций приведения группы экспертов

Для каждой группы параметров функций приведения экспертов формируется соответствующий параметр согласованной функции приведения с использованием модифицированной процедуры принятия согласованных решений на основе обобщенных медианных схем (см. рис. 6). В каждом из них по формуле (2) строятся специальная линейная функция, отражающая мнения фантомных агентов, и неубывающая последовательность мнений экспертов, которая интерполируется с использованием аналитических методов (например, сплайн-метода) или графически. На рис. 6 сообщения экспертов обозначены символом  $x$ . Точка пересечения обеих функций устанавливает согласованную оценку в каждой группе. Все четыре согласованные оценки служат (отмечено жирными вертикальными линиями) основанием для построения методом интерполяции на рис. 5 согласованной функции приведения, очерченной сплошной линией.

Результаты вычислений сведены в таблицу.

Сопоставление значений параметров функций приведения группы экспертов со значениями параметров согласованной функции приведения

$j$	$\pi_j^{-1}(1)$	$\pi_j^{-1}(2)$	$\pi_j^{-1}(3)$	$\pi_j^{-1}(4)$
1	8,78	4,26	3,18	1,49
2	6,73	4,34	3,85	2,19
3	9,87	5,41	4,32	2,63
$c$	8,31	4,77	4,24	2,88

Окончательный результат в виде согласованной функции приведения  $\Pi_c(x)$  получен методом интерполяции по ее согласованным параметрам и представлен на рис. 5 сплошной линией.

### Заключение

Разработанные алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия согласованных инвестиционных решений с использованием согласованных моделей предпочтений, расширяющих функциональные возможности экспертов в задачах управления сложными объектами социально-экономических систем, обладающие научной новизной и свойством неманипулируемости, доведены до наглядных процедур

и инструментальных средств, что упрощает их использование в практике экономического исследования. Это особенно актуально в тех случаях, когда в управлении участвуют лица с не вполне совпадающими интересами, но существует необходимость сохранения хороших шансов на компромисс, снижения уровня рисков принятия не вполне убедительных и непринятия достаточно привлекательных для объектов в целом инвестиционных решений. В результате повышается эффективность управления экономическими процессами на основе выбора наиболее предпочтительных инвестиционных проектов, с помощью которых осуществляется управление социально-экономическими системами.

### **Список литературы**

1. Андронникова Н.Г., Леонтьев С.В., Новиков Д.А. Процедуры нечеткого комплексного оценивания // Современные сложные системы управления: тр. Междунар. науч.-практ. конф. – Липецк, 2002. – С. 7–8.
2. Большие системы: моделирование организационных механизмов / В.Н. Бурков, Б. Данаев, А.К. Еналеев, В.В. Кондратьев, Т.Б. Наинаева, А.В. Щепкин. – М.: Наука, 1989. – 246 с.
3. Механизмы управления: мультифункциональное учеб. пособие / В.Н. Бурков, И.В. Буркова [и др.]; под ред. Д.А. Новикова. – М.: УРСС, 2011.
4. Винокур И.Р., Махлес Р.М., Харитонов В.А. Развитие методов управления портфелем активов на основе нового класса моделей рынков и рыночных отношений // Вестник Перм. ун-та. Сер.: Экономика. – 2012. – Вып. 4 (15). – С. 15–23.
5. Интеллектуальные технологии обоснования инновационных решений / В.А. Харитонов, И.В. Ёлохова, В.И. Стаматин, А.А. Белых, Р.Ф. Шайдулин, А.О. Алексеев, М.В. Лыков, И.Р. Винокур, Е.А. Калопшина, К.А. Гуреев. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2010. – 342 с.
6. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: Изд-во Моск. психол.-соц. ин-та, 2005. – 581 с.
7. Новиков Д.А., Петраков С.Н. Курс теории активных систем. – М.: СИНТЕГ, 1999. – 108 с.
8. Alekseev A.O., Gureev K.A., Kharitonov V.A. Intelligent technologies in modelling the investment preferences of market participants // Actual Problems of Economics. – 2014. – Vol. 152, iss. 2. – P. 435–449.

9. Алексеев А.О., Харитонов В.А. Концепция казуальности в управлении социально-экономическими системами // Управление экономическими системами. – 2013. – № 10.

10. Белых А.А., Винокур И.Р., Харитонов В.А. Функциональные возможности механизмов комплексного оценивания с топологической интерпретацией матриц свертки [Электронный ресурс] // Управление большими системами. – 2007. – № 18. – URL: <http://www.mathnet.ru/links/3a8890e33507752ba9d22f7e2dc1e2c7/ubs273> (дата обращения: 26.11.2015).

11. Белых А.А., Харитонов В.А. Технологии современного менеджмента. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 190 с.

12. Иващенко А.А., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Модели и методы оценки эффективности портфеля проектов // Системы управления и информационные технологии. – 2005. – № 3 (20). – С. 92–98.

13. Харитонов В.А., Шайдулин Р.Ф. Концепции интеллектуальной поддержки принятия решений в задачах управления сложными объектами (на примере городских лесничеств) [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами. – 2014. – № 10. – URL: <http://www.uecs.ru> (дата обращения: 29.11.2015).

14. Алексеев А.О., Коргин Н.А. О применении обобщённой медианной схемы для матричной активной экспертизы [Электронный ресурс] // Прикладная математика, механика и процессы управления: материалы III Всерос. науч.-техн. интернет-конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, 30 ноября – 5 декабря 2015 г. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2015. – URL: [http://pmmpru.pstu.ru/media/paper\\_pdf\\_2015/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2\\_%D0%9A%D0%BE%D1%8%D0%B3%D0%B8%D0%BD.pdf](http://pmmpru.pstu.ru/media/paper_pdf_2015/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%8%D0%B3%D0%B8%D0%BD.pdf) (дата обращения: 25.03.2016).

15. Бурков В.Н., Исаков М.Б., Коргин Н.А. Применение обобщенных медианных схем для построения неманипулируемых механизмов многокритериальной активной экспертизы // Проблемы управления. – 2008. – № 4. – С. 38–47.

16. Иващенко А.А., Коргин Н.А., Новиков Д.А. Неманипулируемые механизмы экспертизы при неограниченных множествах возможных сообщений экспертов // Известия Тул. гос. ун-та. – 2005. – Вып. 8, ч. 2. – С. 159–165.

17. Петраков С.Н. Механизмы планирования в активных системах: неманипулируемость и множества диктаторства. – М.: ИПУ РАН, 2001. – 135 с.

18. Barbera S., Masso J., Neme A. Voting under constraints // *Journal of Economic Theory*. – 1997. – Vol. 76. – P. 298–321. – URL: <http://www.ucl.ac.uk/~uctpcab/jocs/masso> (дата обращения: 30.11.2015).

19. Border K., Jordan J. Straightforward elections, unanimity and phantom voters // *Review of Economic Studies*. – 1983. – Vol. 50. – P. 153–170.

20. Algorithms. Design and analysis / Т.Н. Cormen, С.И. Layserson, R.L. Rivest, К. Shtain. – М.: Williams, 2005. – 240 p.

21. Moulin H. On strategy-proofness and single-peakedness // *Public Choice*. – 1980. – Vol. 35. – P. 437–455.

22. Алексеев А.О., Кривоги́на Д.Н., Харитонов В.А. Парадигма инженерной поддержки технологий субъектно-ориентированного управления // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубан. гос. аграр. ун-та*. – 2015. – № 112. – С. 208–229.

### References

1. Andronnikova N.G., Leont'ev S.V., Novikov D.A. Protsedury nechetkogo kompleksnogo otsenivaniia [The concept of causality in the management of socio-economic systems]. *Trudy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Sovremennye slozhnye sistemy upravleniia"*. Lipetsk, 2002, pp. 7-8.

2. Burkov V.N., Danaev B., Enaleev A.K., Kondrat'ev V.V., Nanaeva T.B., Shchepkin A.V. Bol'shie sistemy: modelirovanie organizatsionnykh mekhanizmov [Large systems: modeling organizational mechanisms]. Moscow, 1989. 246 p.

3. Burkov V.N., Burkova I.V. [et al.] Mekhanizmy upravleniia [Control mechanisms]. Moscow, 2011.

4. Vinokur I.R., Makhles R.M., Kharitonov V.A. Razvitie metodov upravleniia portfelem aktivov na osnove novogo klassa modelei rynkov i rynochnykh otnoshenii [Development of methods of portfolio management on the basis of a new class of models of markets and market relations]. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika*, 2012, iss. 4 (15), pp. 15-23.

5. Kharitonov V.A., Elokhova I.V., Stamatina V.I., Belykh A.A., Shaidulin R.F., Alekseev A.O., Lykov M.W., Vinokur I.R., Kaloshina E.A., Gureev K.A. Intellektual'nye tekhnologii obosnovaniia innovatsionnykh

reshenii [Intelligent technology justify investment decisions]. Perm', 2010. 342 p.

6. Novikov D.A. Teoriia upravleniia organizatsionnymi sistemami [Organizational systems management theory]. Moscow, 2005. 581 p.

7. Novikov D.A., Petrakov S.N. Kurs teorii aktivnykh sistem [Course of the theory of active systems]. Moscow, 1999. 108 p.

8. Alekseev A.O., Gureev K.A., Kharitonov V.A. Intelligent technologies in modelling the investment preferences of market participants. *Actual Problems of Economics*, 2014, vol. 152, iss. 2, pp. 435-449.

9. Alekseev A.O., Kharitonov V.A. Kontseptsiiia kazual'nosti v upravlenii sotsial'no-ekonomicheskimi sistemami [The concept of causality in the management of socio-economic systems]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2013, no. 10.

10. Belykh A.A., Vinokur I.R., Kharitonov V.A. Funktsional'nye vozmozhnosti mekhanizmov kompleksnogo otsenivaniia s topologicheskoi interpretatsiei matritsy svertki [The functionality of the complex mechanisms of evaluation from a topological interpretation of the convolution matrix]. *Upravlenie bol'shimi sistemami*, 2007, no. 18, available at: <http://www.mathnet.ru/links/3a8890e33507752ba9d22f7e2dc1e2c7/ubs273> (accessed 26 November 2015).

11. Belykh A.A., Kharitonov V.A. Tekhnologii sovremennogo menedzhmenta [Modern management technologies]. Perm', 2007. 190 p.

12. Ivashchenko A.A., Korgin N.A., Novikov D.A. Modeli i metody otsenki effektivnosti portfelia proektov [Models and methods for evaluating the effectiveness of the portfolio]. *Sistemy upravleniia i informatsionnye tekhnologii*, 2005, no. 3 (20), pp. 92-98.

13. Kharitonov V.A., Shaidulin R.F. Kontseptsii intellektual'noi podderzhki priniatiia reshenii v zadachakh upravleniia slozhnymi ob"ektami (na primere gorodskikh lesnichestv) [Concept of intelligent decision support tasks in the management of complex objects (on example of urban forestry)]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami*, 2014, no. 10, available at: <http://www.uecs.ru> (accessed 30 November 2015).

14. Alekseev A.O., Korgin N.A. O primeneni obobshchennoi mediannoi skhemy dlia matrichnoi aktivnoi ekspertizy [On the application of generalized median schemes for the examination of the active matrix]. *Materialy III Vserossiiskoi nauchno-tekhnicheskoi internet-konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Prikladnaia matematika, mekhanika i*

*protsessy upravleniia*”, Perm’, 30 November – 5 December 2015 goda. Perm’, 2016, available at: [http://pmmpu.pstu.ru/media/paper\\_pdf\\_2015/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2\\_%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%BD.pdf](http://pmmpu.pstu.ru/media/paper_pdf_2015/%D0%90%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%B5%D0%B2_%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B8%D0%BD.pdf) (accessed 25 March 2016).

15. Burkov V.N., Iskakov M.B., Korgin N.A. Primenenie obobshchennykh mediannykh skhem dlia postroeniia nemanipuliruemykh mekhanizmov mnogokriterial'noi aktivnoi ekspertizy [Application of generalized median schemes for the construction of mechanisms manipulated multicriterion active expertise]. *Problemy upravleniia*, 2008, no. 4, pp. 38-47.

16. Ivashchenko A.A., Korgin N.A., Novikov D.A. Nemanipuliruemye mekhanizmy ekspertizy pri neogranichennykh mnozhestvakh vozmozhnykh soobshchenii ekspertov [Manipulated examination mechanisms with limited sets of possible messages experts]. *Izvestiia Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2005, vol. 2, no. 8, pp. 159-165.

17. Petrakov S.N. Mekhanizmy planirovaniia v aktivnykh sistemakh: nemanipuliruemost' i mnozhestva diktatorstva [Planning mechanisms in active systems: the manipulability and a variety of dictatorship]. Moscow, 2001. 135 p.

18. Barbera S., Masso J., Neme A. Voting under constraints. *Journal of Economic Theory*, 1997, vol. 76, pp. 298-321, available at: <http://www.ucl.ac.uk/~uctpcab/jocs/masso> (accessed 30 November 2015).

19. Border K., Jordan J. Straightforward elections, unanimity and phantom voters. *Review of Economic Studies*, 1983, vol. 50, pp. 153-170.

20. Kormen T.H., Layserson Ch.I., Rivest R.L., Shtain K. Algorithms. Design and analysis. Moscow, 2005. 240 p.

21. Moulin H. On strategy-proofness and single-peakedness. *Public Choice*, 1980, vol. 35, pp. 437-455.

22. Alekseev A.O., Krivogina D.N., Kharitonov V.A. Paradigma inzhenernoi podderzhki tekhnologii sub"ektno-orientirovannogo upravleniia [Paradigm engineering support subject-oriented management technology]. *Politematicheskii setevoi elektronnyi nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 112, pp. 208-229.

Получено 01.04.2016

### **Об авторах**

**Дмитрюков Максим Сергеевич** (Пермь, Россия) – ассистент кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: dmitryukov.m@mail.ru).

**Харитонов Валерий Алексеевич** (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

**Сафонов Никита Игоревич** (Пермь, Россия) – аспирант кафедры «Строительный инжиниринг и материаловедение», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: safonov@cems.pstu.ru).

### **About the authors**

**Maksim S. Dmitriukov** (Perm, Russian Federation) – Assistant, Department of Construction Engineering and Material Sciences, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: dmitryukov.m@mail.ru).

**Valerii A. Kharitonov** (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Mgr. Department of Construction Engineering and Material Sciences, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation).

**Nikita I. Safonov** (Perm, Russian Federation) – Postgraduated Student, Department of Construction Engineering and Material Sciences, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: safonov@cems.pstu.ru).