

Н.В. Хованов

ОЦЕНКА СЛОЖНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ И ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ:

К 95-летию метода сводных показателей А.Н. Крылова

В марте 1908 г. полковник Алексей Николаевич Крылов представил в Морской технический комитет, где он состоял в должности главного инспектора кораблестроения, две записки, содержащие «соображения о построении формулы сравнительной оценки» проектов линейного корабля, участвовавших в международном конкурсе.¹ Этот конкурс, объявленный Морским министерством России в 1907 г., ставил своей целью отбор наилучшего проекта строительства серии линкоров для воссоздаваемого после войны с Японией российского военно-морского флота.

Полсотни проектов, представленных ведущими русскими и зарубежными кораблестроительными фирмами, необходимо было оценить с учетом полутора сотен технических условий и множества параметров, определяющих эффективность артиллерии и минно-торпедного вооружения, качества бронирования и конструкции корпуса. Именно многочисленность учитываемых характеристик и многообразие их типов привели А.Н. Крылова к мысли о необходимости построения сводной «сравнительной оценки», которая, объединяя информацию о значениях отдельных характеристик и информацию о значимости этих характеристик, позволила бы упорядочить все рассматриваемые проекты по степени их общей предпочтительности.

Для получения такой сводной оценки А.Н. Крылов считал необходимым решить следующие вопросы: (0) «какие качества ... подлежат рассмотрению в смысле влияния на оценку сравнительного достоинства»; (1) «каким числом каждое из этих качеств в отдельности измеряется»; (2) «какой способ группировки этих чисел принимается»; (3) «какие относительные множители приписываются тем качествам, коим дается предпочтение».²

И теперь, спустя почти столетие, ответы на эти вопросы определяют основные этапы построения сводных (глобальных, интегральных, обобщенных, генеральных, синтетических и т. п.) показателей, агрегирующих отдельные (локальные, дифференциальные, частные, маргинальные, аналитические и т.п. – соответственно) показатели оцениваемого объекта.³

Таким образом, разработанный А.Н. Крыловым метод построения «формулы сравнительной оценки» проектов линкоров является, как это теперь признается многими авторами,⁴ одним из первых вариантов *метода сводных показателей* (МСП), который и состоит в «свертке» многих оценок исследуемого объекта в одну сводную (глобальную, интегральную, обобщенную, генеральную, синтетическую и т. п.) оценку, синтезирующую отдельные (локальные, дифференциальные, частные, маргинальные, аналитические и т. п. –

ХОВАНОВ

Николай Васильевич

– д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры экономической кибернетики экономического факультета СПбГУ. Область научных интересов – стохастические модели риска и неопределенности, теория и методы принятия решений в условиях дефицита информации.

© Н.В. Хованов, 2005

соответственно) показатели качества объекта. С помощью МСП можно оценивать качество разного рода (ценность, эффективность, надежность, полезность, предпочтительность и т. п.) различных многопараметрических объектов: сложных технических систем; вариантов управленческих, организационных и инвестиционных решений; видов потребительских товаров и услуг; типов ЭВМ и их программного обеспечения; мнений отдельных экспертов и экспертных комитетов; финансово-экономических объектов и процессов и т. д.

Такая практически универсальная применимость МСП связана с укорененностью общей идеи скаляризации векторных оценок сложных объектов в различных отраслях науки, среди которых мы кратко опишем лишь три основные области экономических исследований, связанные с проблемами оценивания сложных объектов различной природы.

Во-первых, тот вариант МСП, который был разработан в начале прошлого века А.Н. Крыловым, можно отнести к методам измерения качества, входящим в область квалиметрии, т. е. в область науки об измерении и управлении качеством продукции и услуг.⁵ В рамках квалиметрии понятию «качество продукции» дается толкование, предложенное Международной организацией по стандартизации и зафиксированное в ее терминологическом стандарте ISO 8402-94: «Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности».⁶

Заметим, что англоязычный вариант⁷ определения «качество – совокупность характеристик объекта ...», выражаемый в ISO 8402-94 словами «Quality – totality of characteristics...» (курсив наш. – Н. Х.), более явно выделяет системный характер множества свойств объекта, так как английское слово «totality» подразумевает полноту и целостность соответствующего множества характеристик. Такая системность характеристик оцениваемых объектов позволяет говорить о качестве продукции в целом, об обобщенной оценке этого качества, что, в свою очередь, служит основой понятия сводного показателя качества сложного целесообразно функционирующего объекта.

Очевидно, что рассмотренное «квалиметрическое» понимание качества объектов очень близко к трактовке понятия «потребительная ценность» (value in use), четко определенное по крайней мере уже Адамом Смитом.⁸ Такая тесная связь понятий «качество» и «потребительная ценность», признаваемая многими авторами,⁹ позволяет широко использовать метод сводных показателей для оценки потребительной полезности многообразных социально-экономических и экологических благ.¹⁰

Указанное понятие потребительной ценности может служить мостиком для перехода ко второму (по счету, но не по значимости) источнику идей метода сводных показателей, которым является общая теория полезности экономических благ, развитая на рубеже XIX–XX вв. классической австрийской школой политической экономии.¹¹ Основатели этой школы (Карл Менгер, Евгений фон Бем-Баверк, Фридрих фон Визер) фактически построили достаточно полную теорию «экономики потребительных ценностей» (Gebrauchswertwirtschaft),¹² основанную на предположении о возможности оценки «полезности» (Nutzbarkeit, utility), которая является функцией качества и количества товаров и услуг, составляющих набор благ, полезность которого и подлежит оценке. При этом такие сводные оценки полезности сложных наборов благ могут иметь как числовой («кардинальная полезность»), так и нечисловой («ординальная полезность») характер.

К настоящему времени накоплено большое число математических моделей, позволяющих строить подобные «функции полезности», дающие сводные показатели потребительной ценности различных экономических объектов и процессов.¹³

Третий источник метода сводных показателей можно усмотреть в теории экономических индексов, оценивающих единым числом такие многопараметрические объекты и явления, какими являются, например, цены потребительских товаров, колебания биржевого курса пула акций, динамика деловой активности и т. п.¹⁴

В истории индексного метода, интенсивно разрабатываемого уже с конца прошлого века, особое место занимает классическая монография Ирвинга Фишера «The Making of Index Numbers» (1922),¹⁵ во многом предопределившая дальнейшее развитие математических методов построения сводных индексов, удовлетворяющих определенным аксиомам и требованиям. Следует отметить, что именно в рамках теории построения индексов начался систематический сравнительный анализ синтезирующих функций различного вида, связанных с понятием обобщенного среднего, частными случаями которого являются понятия среднего арифметического, геометрического, гармонического и т. д.¹⁶

Итак, описанный выше классический вариант метода построения сводного показателя Q качества объекта, определяемого вектором исходных характеристик, предполагает возможность однозначно задать нормирующие функции и синтезирующую функцию, а также однозначно определить вектор весовых коэффициентов, оценивающих сравнительную значимость отдельных показателей. При выполнении этого предположения результатом применения МСП является однозначная оценка (сводный показатель) качества объекта.

Однако, как указал еще А.Н. Крылов, однозначный выбор функций и векторов, определяющих сводную оценку, на практике весьма затруднен, и формирование сводного показателя обычно происходит в условиях дефицита информации, когда имеет место неоднозначность выбора указанных функций. Таким образом, имеет место неопределенность, состоящая в том, что все указанные компоненты метода сводных показателей заданы с точностью до соответствующего множества возможных вариантов.

Для того чтобы метод сводных показателей (МСП) можно было применять в условиях описанной выше неопределенности, нами была разработана система методов рандомизированных сводных показателей (МРСП), в основе которых лежит так называемая АСПИД-методология (АСПИД – Анализ и синтез показателей при информационном дефиците). Суть АСПИД-методологии, основные блоки которой были разработаны уже к концу 70-х–началу 80-х годов прошлого века,¹⁷ состоит в рандомизации всех компонент МСП.¹⁸

Сама концепция «рандомизации неопределенности», восходящая еще к идеям Томаса Бейеса¹⁹ (1702–1761) и Эмиля Бореля²⁰ (1871–1956), очень проста и состоит в следующем. Пусть некоторый математический объект (число, функция и т. п.) задан «с точностью до множества» подобных объектов. Иными словами, пусть имеет место неопределенность выбора объекта из этого исходного множества. Предлагается моделировать такой неопределенный выбор при помощи случайного (рандомизированного) выбора элемента из указанного множества. Иными словами, стохастической моделью неопределенности становится случайный объект, задаваемый некоторым вероятностным распределением на какой-нибудь сигма-алгебре подмножеств исходного множества. Сам Т. Байес, например, моделировал неопределенность задания вероятности, принимающей значения из единичного отрезка, при помощи случайной (рандомизированной) вероятности, равномерно распределенной на этом отрезке.

Применяя описанный принцип рандомизации неопределенности к компонентам МСП, получаем случайные функции (стохастические процессы), задающие случайные отдельные показатели, случайную синтезирующую функцию (стохастическое поле) и случайный (рандомизированный) вектор весовых коэффициентов. Такая рандомизация отдельных показателей синтезирующей функции и весовых коэффициентов ведет к рандомизации сводного показателя: вместо определенного числа $Q(x)$, оценивающего в целом исследуемый объект, задаваемый вектором исходных характеристик x , мы получаем случайную величину – *рандомизированный сводный показатель* $\tilde{Q}(x)$. Этот рандомизированный сводный показатель, построение которого и составляет МРСП,

является оценкой качества объекта в целом, учитывающей неопределенность задания различных компонент МСП.

Описанный метод рандомизированных сводных показателей, представляющий собой модификацию метода сводных показателей А.Н. Крылова, оказался практически универсальным инструментом оценивания в условиях неопределенности сложных многопараметрических объектов различной природы. Так, например, с использованием программных реализаций АСПИД-методологии нами проводилось оценивание эффективности технологических процессов, боевого потенциала сложных военно-технических систем, степени тяжести поражения биологических объектов, уровня патогенности географических зон, качества различных типов синтетического каучука и т. д.²¹

Особенно интересными нам представляются результаты, полученные с использованием метода АСПИД при оценивании сложных социально-экономических и экологических процессов и объектов, примерами которых могут служить коммерческие банки и страховые компании, ценные бумаги и природные рекреационные зоны, экологическое состояние районов города и процессы изменения качества воды в озерах, инвестиционный климат страны и система устойчивого развития, и т. д.²²

Жизненность метода сводных показателей (МСП), разработанного А.Н. Крыловым 95 лет назад, подтверждается активной научной работой, которая ведется на разных факультетах Санкт-Петербургского государственного университета и в Санкт-Петербургском институте информатики РАН по развитию и практическому применению АСПИД-методологии, лежащей в основе метода рандомизированных сводных показателей, являющегося современной модификацией МСП.²³

¹ Крылов А. Н. Собр. трудов. Т. I. Ч. I. М.; Л., 1951. С. 246–248.

² Там же. С. 247.

³ См., напр.: Богданчук В. З., Егоров Б. М., Катулев А. Н. Агрегирование векторных критериев. Л., ЛИИАН, 1990; Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследования операций. М., 1971; Дубов Ю. А., Травкин С. И., Якимец В. Н. Многокритериальные модели формирования и выбора вариантов систем. М., 1986; Ларичев О. И. Наука и искусство принятия решений. М., 1979; Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М., 1981; Хоменюк В. В. Элементы теории многоцелевой оптимизации. М., 1983; Dombi J. Basic concepts for a theory of evaluation: the aggregative operator // European Journal of Operational Research. 1982. Vol. 10. N. 3. P. 282–293; Walker W. Rankings and ranking functions // Canadian Journal of Mathematics. 1981. Vol. 23. N. P. 395–399; Wittmuss A. Scalarizing multiobjective optimization problems // Mathematical Researches. 1985. Vol. 27. P. 255–258.

⁴ См., напр.: Азгальдов Г. Г., Азгальдова Л. А. Количественная оценка качества. М., 1971; Герасимова Л. В., Погожев И. Б. Комплексная оценка качества проектов и выбор оптимального варианта по методу академика А.Н. Крылова // Стандарты и качество. 1972. № 8. С. 37–39; Григорян Ф. А. Задача определения качества изделий // Доклады АН Армянской ССР. 1976. Т. 62. № 3. С. 129–131; Губкин А. С. О предложениях А.Н. Крылова по сравнительной оценке проектов кораблей // Судостроение. 1958. № 3. С. 1–3; Малышев В. В., Хованов Н. В. Оценка качества судов при неполных проектных данных // Судостроение. 1990. № 8. С. 3–5; Соломенко Н. С. Академик Алексей Николаевич Крылов – выдающийся математик, механик и кораблестроитель // Вестник АН СССР. 1988. № 12. С. 70–79; Хованов Н. В. Применение метода А.Н. Крылова для оценки в условиях дефицита информации эффективности и качества сложных объектов // Квалиметрия в обеспечении научно-технического прогресса. Саратов, 1988. С. 115–116.

⁵ Азгальдов Г. Г. 1) Квалиметрия для менеджеров. М., 1996; 2) Квалиметрии 30 лет: итоги и перспективы // Стандарты и качество. 1999. № 1. С. 30–36; Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П. О квалиметрии. М., 1973; Андрианов Ю. М., Субетто А. И. Квалиметрия в приборостроении и машиностроении. Л., 1990; Гличев А. В., Рабинович Г. О., Примаков М. И. Прикладные вопросы квалиметрии. М., 1983.

⁶ Международный стандарт ISO-8402. 2-е изд. Женева, ISO, 1994. С. 6. – Практически так же толковалось понятие «качество» и в предыдущем варианте стандарта ISO 8402-86: «Качество – совокупность свойств и характеристик продукции или услуги, которые придают им способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности» (Системы качества. Сборник нормативно-методических документов. М., 1989. С. 101).

⁷ «Quality – totality of characteristics of an entity that bear on its ability to satisfy stated and implied needs». (см.: International Standard ISO 8402. 2-d ed. Geneva, ISO, 1994. P. 6).

⁸ Smith A. An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations. Vol. I. Oxford, 1976. P. 44–46.

⁷ См., напр.: В е н и а м и н о в Ю. С., Г л и ч е в А. В., Ш о р Я. Б. Качество продукции, потребительная стоимость и их показатели // Стандарты и качество. 1972. № 1. С. 34–36; Г л и ч е в А. В. Качество продукции и потребительная стоимость // Стандарты и качество. 1990. № 10. С. 30–32; Л ь в о в Д. С. Экономика качества продукции. М., 1972; В е r g m a n В., К l e f s j o В. Quality: from customer needs to customer satisfaction. London, 1994.

¹⁰ А р т а м о н о в В. П. Качество труда. М., 1977; Б р о н н и к о в А. В. К вопросу о свойствах и качествах судна // Судостроение. 1981. № 7. С. 10–11; Г л и ч е в А. В., Р а б и н о в и ч Г. О., П р и м а к о в М. И. Прикладные вопросы квалиметрии. М., 1983; Д о в б н я А. А., П о е д и н ш и к о в И. И. Оценка эффективности менеджмента в реализации цели политики в области качества // Стандарты и качество. 1994. № 8. С. 12–15; Л е г о ш и н Г. М. Методология оценки экологической опасности табачных изделий с целью их сертификации // Стандарты и качество. 1995. № 9. С. 70–71; М а л ы й П. А. Принципы определения качества и технологического уровня грузовых транспортных судов // Труды ЛИВТ. Вып. 127. Л., 1970. С. 87–92; М а л ы ш е в В. В. Качество судна и определяющие его свойства // Судостроение. 1980. № 2. С. 3–6; М а л ы ш е в В. В., З а й ц е в И. А. Качество и стоимость судов. Л., 1984; М а т в е е в А. П., Т и л е в и ч М. Е. Методика оценки и прогнозирования технического уровня промышленной продукции // Методология и практика оценки качества продукции. Вып. 2. Л., 1988. С. 38–42; М о р е й н и с Ф. А., Д а н и л о в а С. А. Метод оценки технического совершенства танкеров // Труды ЦНИИ МФ. Вып. 156. Л., 1972. С. 93–99; П р о х о р о в а Л. Н., Ш в а р ц А. Г., В ы с т р о к н у т о в Е. Г. Применение комплексных показателей для оценки качества шинных резин // Каучук и резина. 1977. № 6. С. 51–54; С а к я н Д. Н. Система показателей комплексной оценки качества мобильных машин. М., 1988; С а к а и С. Как фирма «Тойота» входит в эпоху нового понимания качества // Стандарты и качество. 1995. № 9. С. 60–61; С у б е т т о А. И. 1) Качество как символ синтетического мышления и управления развитием общества // Стандарты и качество. 1993. № 9. С. 24–33; 2) Проблема качества человека и образования в контексте управления качеством жизни и императива выживаемости человечества в XX веке // Стандарты и качество. 1995. № 2. С. 6–9; Х а р р и н г т о н Х. Производительность и качество // Стандарты и качество. 1992. № 6. С. 33–35; Э й б л Ф. Анализ «стоимость – выгоды» в управлении качеством окружающей среды // Труды международного симпозиума «Всесторонний анализ окружающей природной среды» (Тбилиси. 25–29 марта 1974 г.). Л., 1975. С. 305–320.

¹¹ Австрийская школа в политической экономии: К. Менгер, Е. Бем-Баверк, Ф. Визер. М., 1992.

¹² См.: Ш у м п е т е р Й. История экономического анализа. Т. 3. СПб., 2001. С. 1202; Б у х а р и н Н. Политическая экономия раннее. Теория ценности и прибыли австрийской школы. М.; Л., 1925.

¹³ См., напр.: В и л к а с Э. Теория полезности и принятие решений // Математические методы в социальных науках. Вильнюс, 1971. С. 13–60; М о р к е л ю н а с А. Репрезентативные полезности индивидуальных профилей предпочтения // Литовский математический сборник. 1969. Т. 9. С. 571–576; Н е й м а н Дж., М о р г е н ш т е р н О. Теория игр и экономическое поведение. М., 1970; Ф и ш б е р н П. 1) Теория полезности для принятия решений. М., 1978; 2) Многомерные функции полезности в теории ожидаемой полезности // Статистические модели и многокритериальные задачи принятия решений. М., 1979. С. 10–44; Х и к с Д. Ж. Стоимость и капитал. М., 1993; Х о в а н о в Н. В. Модель построения индексов ценности составных благ // Материалы международного симпозиума «Нобелевские лауреаты по экономике и российские экономические школы» (Санкт-Петербург, 16–18 сентября 2003 г.). СПб., 2003. С. 189–191; D e b r e u G. Theory of value. N.Y., Wiley, 1959; F i s h b u r n P. Utility theory // Management Science. 1968. Vol. 14. P. 335–378; M a r k o w i t z H. Portfolio selection // The Journal of Finance. 1952. Vol. 7. N. 1. P. 77–91; P f a n z a g l J. A general theory of measurement: application to utility // Naval Research Logistics Quarterly. 1959. Vol. 6. P. 283–294; L e o n t i e f W. Composite commodities and the problem of index numbers // Econometrica. 1936. Vol. 4. Issue 1. P. 39–59; S a m u e l s o n P., S w a m y S. Invariant economic index numbers and canonical duality // American Economic Review. 1974. Vol. 64. N. 4. P. 566–593.

¹⁴ См., напр.: А л е н Р. Экономические индексы. М., 1980; Д ж и л ь б е р т М., К р э в и с И. Международное сравнение национального продукта и уровня цен. М., 1962; К ё в е ш П. Теория индексов и практика экономического анализа. М., 1990.

¹⁵ См. русский перевод: Ф и ш е р И. Построение индексов. Учение об их разновидностях, тестах и достоверности. М., 1928.

¹⁶ См., напр.: Д ж и н и К. Средние величины. М., 1970; К о л м о г о р о в А. Н. Об определении среднего // К о л м о г о р о в А. Н. Избранные труды. Математика и механика. М., 1985. С. 136–138; О р л о в А. И. Прикладная теория измерений // Прикладный многомерный статистический анализ. М., 1978. С. 68–138; F i r e s m i t h D. A definition and five specific cases of generalized sample mean // Mathematical and Computational Education. 1983. Vol. 17. N. 3. P. 210–215; N a g u m o M. Ueber eine Klasse der Mittelwerte // Japanese Journal of Mathematics. 1930. Vol. 7. P. 71–79; F i n e t t i B. de Sul concetto di media // Giornale dell' Istituto Italiano degli Attuari. 1931. Vol. 2. N. 3. P. 369–396.

¹⁷ См., напр., следующий список работ, упорядоченный по годам издания: Х о в а н о в Н. В. 1) Стохастическая модель принятия решений в условиях дефицита информации и времени. Автореф. канд. дис. Л., 1972; 2) Теоретические и математические основы измерения качества. Л., 1978 (Деп. ВИНТИ. № 3943-78); Х о в а н о в Н. В., Е р е м е е в Н. Е. Три подхода к арифметизации ординальных шкал // Механика управляемого движения. Вып. 3. Л., 1979. С. 183–190; Х о в а н о в Н. В. Стохастические процессы и поля с равновероятными дискретными монотонными реализациями // Управление, надежность и навигация. Вып. 5. Саранск, 1979. С. 136–

139; Хованов Н. В., Колесникова О. Н. Об одном подходе к ориентации системы программ математической статистики на обработку результатов нечисловых измерений качества // Системы и методы автоматизации научных исследований. М., 1981. С. 76–79; Хованов Н. В., Тимошенко Н. В. Арифметизация ординальных шкал измерения качества. Л., 1981 (Деп. ЦИНТИ МО, №6874, Д5204. 217 с.); Хованов Н. В. Стохастическое поле агрегации индивидуальных ординальных экспертных оценок // Материалы I-го Всесоюзного совещания по статистике и дискретному анализу нечисловой информации, экспертным оценкам и дискретной оптимизации. М., 1981. С. 58–59; Хованов Н. В., Бабурин Б. Г., Корников В. В., Редькин В. А. К вопросу выбора коэффициентов весомости при индексной оценке качества продукции // Тезисы докладов Всесоюзного совещания «Новые методы для физико-механических испытаний каучука». М., 1982. С. 81; Хованов Н. В. Математические основы теории шкал измерения качества. Л., 1982.

¹⁸ Ряд основных работ по математическим моделям «рандомизации неопределенности» и программным реализациям АСПИД-методологии приведен в следующем списке публикаций, упорядоченных по годам издания: Хованов Н. В. Стохастические модели теории квалиметрических шкал. Л., 1986; Корников В. В., Скитович В. П., Хованов Н. В. Статистические методы анализа эффективности и надежности сложных систем в условиях дефицита информации // Вопросы механики и процессов управления. Вып. 9. Л., 1986. С. 84–116; Хованов Н. В. АСПИД – система квалиметрических методов оценивания в условиях дефицита информации качества сложных технических объектов // Методология и практика оценивания качества продукции. Л., 1988. С. 56–61; Евсеев А. В., Корников В. В., Хованов Н. В. Рандомизированная линейная свертка критериев // Вопросы механики и процессов управления. Вып. 14. Л., 1991. С. 157–161; Рожков Н. Н. Рандомизированный критерий сравнения качества сложных объектов // Экономика и математические методы. Т. 27. Вып. 3. М., 1991. С. 597–600; Hovanov N., Kornikov V., Seregin I. Multi-criteria estimation under uncertainty // Proceedings of the International AMSE Conference «Signals, Data, Systems». Vol. I. Hyderabad (India), 1994. P. 83–91; Dahl K., Dogal M., Hovanov N. Applied DSS for multi-criteria estimation under uncertainty: from ASPID-3 to GINGER // International Workshop «Mathematical Methods and Tools in Computer Simulation». SPb., 1994. P. 71–72; Хованов Н. В. Анализ и синтез показателей при информационном дефиците. СПб., 1996; Hovanov N., Kornikov V., Seregin I. Qualitative information processing in DSS ASPID-3W for complex objects estimation under uncertainty // Proceedings of the International Conference «Informatics and Control». SPb., 1997. P. 808–816; Hovanov N., Kornikov V., Seregin I. Randomized synthesis of fuzzy sets as a technique for multicriteria decision making under uncertainty // Proceedings of the International Conference «Fuzzy Logic and Applications». Zichron Yaakov (Israel), 1997. P. 281–288; Хованов Н. В. Математические модели риска и неопределенности. СПб., 1998.

¹⁹ См. известную работу: B a u e s T. An essay towards solving a problem in the doctrine of chances // Biometrika. 1958. Vol. 45. N. 3–4. P. 296–315 (Reprinted from Philosophical Transactions of London Royal Society, 1763).

²⁰ См., напр.: B o r e l E. Le Hasard. Paris, 1914.

²¹ Ряд примеров использования АСПИД-методологии для оценки сложных объектов различной природы можно найти в следующих публикациях, упорядоченных по годам издания: Бауэр С. М., Корников В. В., Серегин И. А., Хованов Н. В. Система математических методов поддержки принятия решений при управлении и контроле технологических процессов // Тезисы докладов II-й Межреспубликанской конференции «Методы и средства управления технологическими процессами». Саранск, 1991. С. 40–41; Колганов С. К., Корников В. В., Попов П. Г., Хованов Н. В. Построение в условиях дефицита информации сводных оценок сложных систем. М., 1994; Hovanov N., Kornikov V., Seregin I. Multicriteria examination under uncertainty of complex medical problems // Abstracts of the International Conference «Statistical Analysis in Clinical Studies». SPb., 1995. P. 10–11; Колганов С. К., Корников В. В., Попов П. Г., Хованов Н. В. Построение в условиях дефицита информации сводных оценок сложных систем. Часть вторая. Рандомизированный синтез сводных оценок. М., 1998; Хованов Н. В., Корников В. В. Рандомизированный синтез сводных показателей при оценивании в условиях дефицита информации эффективности и качества сложных многопараметрических объектов // Системный анализ при создании кораблей, комплексов вооружения и военной техники. СПб., 1998. С. 239–246; Корников В. В., Серегин И. А., Хованов Н. В. Комплексная оценка воздействия геопатогенных зон на биологические системы // Вопросы механики и процессов управления. Вып. 18. СПб., 2000. С. 113–117; Бабурин Б. Г., Ткаченко Г. Т., Хованов Н. В. Комплексный метод оценки поставщика сырья и материалов как базовый элемент системы качества предприятия и конкурентоспособности продукции синтетического каучука // Тезисы докладов Первой Всероссийской конференции по каучуку и резине. М., 2002. С. 92–93.

²² Ряд примеров использования АСПИД-методологии для оценки сложных социально-экономических и экологических объектов можно найти в следующих публикациях, упорядоченных по годам издания: Корников В. В., Корсаков И. Н., Хованов Н. В. Оценка качества многопараметрической сельскохозяйственной продукции в условиях дефицита информации // Материалы научно-практического семинара «Применение математических методов и ЭВМ в управлении агропромышленными системами». Гдов, 1989. С. 31–33.; Hovanov N., Kornikov V., Tokin I. A mathematical methods system of decision making for developmental strategy under uncertainty // Global Environmental Change. Spective of Remote Sensing and Geographic

Information Systems. New Delhi, 1995. P. 93–96; Колари Дж. В., Федотов Ю. В., Хованов Н. В. Построение в условиях дефицита информации сводных показателей деятельности коммерческих банков // Вестн. С-Петербург. ун-та. 1995. № 5. С. 79–88; Сутырин С. Ф., Хованов Н. В. Инвестиционный климат в России: проблемы оценки // Мировая и национальная экономика: история и современность. Казань, 1995. С. 140–141; Вишняков И. В., Довгаль В. В., Хованов Н. В. Анализ динамики надежности коммерческих банков // Математические методы в социально-экономических исследованиях. СПб., 1996. С. 8–33; Дмитриев В. В., Мякишева Н. В., Хованов Н. В. Многокритериальная оценка экологического состояния и устойчивости геосистем на основе метода сводных показателей // Вестн. С-Петербург. ун-та. 1996. № 21. С. 40–52; Михайлов М. В. Модель рейтингования страховых компаний // Вестн. С-Петербург. ун-та. 1997. № 26. С. 103–106; Хованов Н. В. Построение сводного показателя инвестиционной привлекательности акций российских предприятий // Тезисы докладов Всероссийской научной конференции «Инвестиционная политика России в современных условиях». СПб., 1997. С. 2–3; Novanov N. Stochastic processes induced by random parameters: applications to economics // Proceedings of the International Conference «Asymptotic Methods in Probability and Mathematical Statistics». SPb., 1998. P. 118–121; Novanov N., Kolari J. Estimating the overall financial performance of Mexican banks using a new method for quantifying subjective information // The Journal of Financial Engineering. 1998. Vol. 7. N.1. P. 59–77; Вишняков И. В., Михайлов М. В., Хованов Н. В. Методика оценивания финансово-экономических объектов с использованием системы поддержки принятия решений АСПИД-3. СПб., 1998; Вишняков И. В. Экономико-математические модели оценки деятельности коммерческих банков. СПб., 1999; Novanov N., Fedotov Yu., Zakharov V. The making of index numbers under uncertainty // Environmental Indices: Systems Analysis Approach. Oxford, 1999. P. 83–99; Алимов А. Ф., Дмитриев В. В., Флоринская Т. М., Хованов Н. В., Чистобаев А. И. Интегральная оценка экологического состояния и качества среды городских территорий. СПб., 1999; Novanov N. General indices of sustainability synthesis under uncertainty // Lectures on Eurosummer School «Sustainability Assessment of New and Renewable Energy Systems». Lisbon, 2000. P. 1–71; Afgan N. H., Carvalho M. G., Novanov N. V. Energy systems assessment with sustainability indicators // Energy Policy. 2000. Vol. 28. P. 603–612; Вишняков И. В. Применение метода сводных показателей для оценки деятельности российских коммерческих банков // Актуальные проблемы финансов и банковского дела. СПб., 2001. С. 103–110; Корников В. В., Серегин И. А., Хованов Н. В. Многокритериальное оценивание финансовых рисков в условиях неопределенности. СПб., 2002; Afgan N., Carvalho M., Novanov N. Multi-criteria sustainability assessment of clean air technologies // Transactions of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture of University of Zagreb. 2002. Vol. 26. N 1. P. 1–14; Огурцов А. Н., Хованов Н. В. АСПИД-картографирование оценок экологического состояния и устойчивости географических систем // Материалы Международной конференции «ГИС для устойчивого развития "InterCarto 9"». Новороссийск–Севастополь, 2003. С. 370–377.

²³ Свидетельством научной активности в области разработки и использования метода рандомизированных сводных показателей может служить следующий список названий защищенных диссертаций (на соискание ученых степеней кандидатов и докторов экономических, географических, технических и физико-математических наук), в той или иной степени использующих АСПИД-методологию: Рожков Н. Н. Стохастические модели арифметизации ординальных шкал и их приложения к обработке нечисловой информации. Л., 1982; Аksenova O. V. Модели стохастической метризации и их приложения. Л., 1983; Аратская В. Э. Рандомизированная линеаризация частично упорядоченных множеств в задачах многокритериального оценивания. Л., 1985; Хованов Н. В. Математические модели получения и обработки нечисловой информации. Теория квалиметрических шкал. М., 1988; Ананьев А. Н. Математические модели сравнительной оценки многопараметрических объектов. Л., 1991; Махмудов З. М. Стохастические модели неопределенности выбора весовых коэффициентов в методе сводных показателей. Л., 1991; Серегин И. А. Стохастические модели неопределенности задания функциональной зависимости и их приложения. СПб., 1994; Даль К. Ю. Байесовское оценивание сложных систем в условиях дефицита информации. СПб., 1995; Попов П. Г. Система методов и средств обоснования выбора приоритетных фундаментальных и поисковых исследований и распределения ассигнований на них. СПб., 1995; Вишняков И. В. Надежность коммерческих банков и методы ее оценки. СПб., 1995; Михайлов М. В. Применение метода сводных показателей для многокритериального оценивания страховых компаний в условиях неопределенности. СПб., 1997; Вишняков И. В. Система экономико-математических методов оценки деятельности коммерческих банков. СПб., 1999; Колесников Г. И. Экономико-математические методы оценки проектов инвестиций в человеческий капитал фирмы. СПб., 2000; Мякишева Н. В. Закономерности формирования внешнего водообмена и уровня режима озер зоны избыточного и достаточного увлажнения. СПб., 2001; Качкова С. А. Эколого-экономические основы повышения качества среды урбанизированных территорий. СПб., 2003; Карлин Н. Л. Экономико-математические методы многокритериального оценивания предпочтительности финансовых инструментов. СПб., 2003.

Статья поступила в редакцию 29 декабря 2004 г.