

Стратегия развития

УДК 332.146.2

DOI: 10.1707/2072-1663-2016-3-202-208

Анализ рисков развития урбанизированных территорий

© 2016 г. Т.Ю. Анопченко, А.Д. Мурзин, Д.Ю. Савон, А.Е. Сафронов *

Проблема анализа и оценки рисков развития урбанизированных территорий имеет несколько смежных аспектов. Наряду с относительной новизной самой научной области управления развитием территорий, задачи менеджмента риска в условиях урбанизации еще не получили достаточного исследования и методического обеспечения.

Цель исследования заключается в разработке и апробации действенного механизма анализа и оценки эколого-экономических рисков, возникающих в процессе реализации проектов развития урбанизированных территорий.

Объектами исследования являются эколого-экономические риски, характерные для проектов развития урбанизированных территорий и возникающие в процессе преобразования природно-антропогенной среды.

Гипотеза исследования заключается в адаптации принципов метода анализа иерархий и применении последовательной формально-экспертной оценки эколого-экономических рисков к задачам анализа проектов развития урбанизированных территорий, по результатам которой предлагается проводить отбор наиболее рациональных направлений для практической реализации в условиях конкретной городской среды.

Результатом исследования выступает авторский подход к адаптации хорошо известного и положительно зарекомендовавшего себя в решении многокритериальных задач метода анализа иерархий для идентификации и оценки уровня рисков развития урбанизированных территорий с учетом мультивариантности рисков событий и различной вероятности их проявления.

Ключевые слова: анализ, оценка, идентификация, урбанизация, эколого-экономический риск, развитие территорий, природно-антропогенная среда, метод анализа иерархий, мультивариантность событий, многокритериальные задачи.

В процессе определения направлений стратегического развития территорий наиболее часто количественная или качественная оценка эколого-экономических рисков требуется в ситуации, когда проблема носит многокритериальный характер, объем статистической информации недостаточен, всесторонний анализ имеющихся данных не проводится ввиду нехватки времени, отсутствует регулярная формализованная процедура мониторинга рисков, а также доминируют неформальные административные подходы к принятию решений [1, 2].

В этих условиях проверенные количественные статистические методы уступают место экспертным оценкам, обладающим рядом существенных недостатков, среди которых наиболее значительным является субъективизм экспертов [3].

Эколого-экономические риски в общем случае можно определить как риски экономических потерь объектов различного уровня хозяйствования вследствие ухудшения качества окружающей природно-антропогенной среды, которое может иметь относительно медленный (эволюционный) или ускоренный (катастрофический) характер [4, 5]. Эколого-экономическим рискам подвержены практически все уровни урбанизации – места жительства людей, земли предприятий и организаций, территориально-производственные и экологические комплексы, отдельные регионы и государства [6].

Выбор методов управления эколого-экономическими рисками наряду с экономической эффективностью должен учитывать ограничения, обусловленные особенностями взаимодействия экономики и природы, необходимостью поддержания окружающей среды в устойчивом состоянии, разумностью защищенности человека от неблагоприятного влия-

* Анопченко Т.Ю. – д-р экон. наук, проф., Южный Федеральный Университет. 344000, Ростов-на-Дону, пер. Соборный, д. 26, davidova@mail.ru.

Мурзин А.Д. – канд. экон. наук, доц., Южный Федеральный Университет. 344000, Ростов-на-Дону, пер. Соборный, д. 26, admurzin@yandex.ru.

Савон Д.Ю. – д-р экон. наук, проф., НИТУ «МИСиС». 109049, Москва, Ленинский просп., д. 4, di199@yandex.ru.

Сафронов А.Е. – д-р экон. наук, проф., Донской государственный технический университет. 344010, Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, д. 1.

ния и т. п. Следовательно, политика в области управления риском должна проводиться в рамках допустимых нагрузок на экосистему [7].

Таким образом, наиболее важным этапом анализа эколого-экономических рисков развития урбанизированной среды, от которого зависит последующий выбор стратегических направлений управляющего воздействия, по нашему мнению, является именно процедура качественно-количественной оценки [8].

К сожалению, в условиях административного управления территориальным развитием, в которых зачастую одновременно сходятся все вышеперечисленные факторы, даже экспертные методы не применяются в полной мере, что резко снижает точность оценки риска и является причиной принятия необоснованных решений [5].

В целях формализации толкования количественной меры риска целесообразно использовать показатель среднего риска, одновременно учитывающий обе характеристики неблагоприятного события – вероятность наступления и величину причиняемого ущерба [9]:

$$R = \sum_{i=1}^n P_i X_i, \quad (1)$$

где R – количественная мера риска (средний риск), выраженная в показателях ущерба; P_i – вероятность получения ущерба в результате наступления неблагоприятного события; X_i – величина ущерба, выражаемая, как правило, в стоимостных показателях; n – число возможных вариантов наступления неблагоприятного события.

Для внедрения в практику текущего планирования и управления развитием урбанизированных территорий процедуры регулярной оценки (мониторинга) эколого-экономической ситуации необходимо, чтобы данная процедура соответствовала природе коллективного принятия решений, характеризовалась малыми затратами времени и была относительно простой, интуитивно понятной, а также гарантировала получение объективных количественных оценок текущего риска [10].

В общем виде оценка риска имеет две особенности [11]:

1) многокритериальность – риски могут быть представлены в виде иерархий с различным количеством уровней вложенности, а в сложных случаях – в виде сетей с обратными связями;

2) коллективный характер принятия решений о вероятности неблагоприятных событий и величине связанных с ним потерь.

Методы экспертных оценок можно рассматривать как реализацию процедуры коллективного принятия решений о величине потерь и вероятности неблагоприятного события, а, значит, и о величине риска. Не будет ошибкой следующее обобщающее утверждение: на практике процесс оценки риска представляет собой процесс принятия решений,

поэтому известные методы теории принятия решений могут быть успешно применены и в этом случае.

Существует несколько типов задач принятия решений: структурированные, неструктурированные, слабоструктурированные [11]. Структурированные задачи характеризуются наличием объективной и достоверной информации, позволяющей использовать строгие количественные модели. Для неструктурированных задач характерно доминирование качественных оценок, отсутствие объективных моделей, преобладание субъективных предпочтений руководителя и экспертных мнений. Слабоструктурированные задачи занимают промежуточное положение между структурированными и неструктурированными.

Значительное, а в некоторых областях подавляющее, количество задач отечественной практики управления является неструктурированным. Тому есть как объективные, так и субъективные причины. К последним можно отнести особенности административного подхода к управлению, наличие или отсутствие необходимых ресурсов, временные ограничения на принятие решения, уровень образования руководителей, их психоэмоциональное состояние и другие факторы. Зачастую структурированная по своей природе задача в силу указанных причин рассматривается как неструктурированная и решается соответствующими методами.

Выбор метода принятия решения полностью зависит от того, с каким типом задачи сталкивается руководитель. Для целей настоящей статьи представляют интерес методы, разработанные исключительно для решения неструктурированных задач. В современной экономико-математической литературе достаточно полно представлено описание текущего состояния теории и основных групп методов принятия решений [11]. Для качественно-количественной оценки риска с различной степенью успеха могут быть использованы многие из известных методов принятия решений.

Метод, предложенный доктором Т.Л. Саати (*Thomas Lorie Saaty*) в 1970-х гг., успешно применяются в самых различных областях деятельности, в том числе, в области оценки рисков [12]. На наш взгляд, данный метод можно отнести к наиболее известным методам принятия решений. При этом, метод продолжает активно развиваться [13–15]. Метод позволяет решать задачи выбора лучшей альтернативы в случаях, когда известно множество альтернатив.

Суть метода состоит в использовании шкалы отношений и в попарном сравнении важности критериев и альтернатив с целью определения глобальных приоритетов. Базовая процедура метода включает следующие шаги [16–19]:

- 1) формулирование цели принятия решения;
- 2) построение иерархии критериев;
- 3) построение матриц парных сравнений критериев;
- 4) вычисление глобальных приоритетов критериев;

Таблица 1

Индекс согласованности матриц [15] [Index of coherence of matrixes [15]]							
Размерность матрицы, n	3	4	5	6	7	8	9
Индекс согласованности, r	0,52	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45



Рис. 1. Иерархия критериев оценки проекта (пример)
[Hierarchy of criteria for evaluation of the project (example)]

- 5) построение матриц парных сравнений альтернатив;
- 6) вычисление глобальных приоритетов альтернатив;
- 7) проверка согласованности матриц парных сравнений;
- 8) выбор доминирующей альтернативы.

Матрицы парных сравнений составляются для тех критериев в иерархии, которые имеют дочерние критерии (подкритерии). Вычисления проводятся сверху вниз – от вершины иерархии к терминальным вершинам дерева критериев. Глобальные приоритеты критериев и альтернатив по матрицам парных сравнений размерности $n \times n$ определяют следующим образом:

1. Вычисляется максимальное собственное значение матрицы парных сравнений (λ_{\max}). Для выполнения этих расчетов рекомендуется использовать современный программный инструмент (например, *Wise Calculator*), поскольку точность последующих решений полностью определяется точностью расчета собственных значений.

2. Для максимального собственного значения матрицы рассчитывается собственный вектор локальных приоритетов критериев и альтернатив:

$$x = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}, \quad (2)$$

где n – размерность матрицы парных сравнений.

Следует учитывать, что для некоторой матрицы A , собственного вектора x и собственного значения λ верно следующее соотношение:

$$Ax = \lambda x. \quad (3)$$

3. Рассчитываются компоненты вектора глобальных приоритетов $y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ как нормализованные значения соответствующих компонент вектора локальных приоритетов:

$$y_i = x_i / \sum_{k=1}^n x_k. \quad (4)$$

4. В случае, если подкритерии имеют родительский критерий с уже рассчитанным весом, то значения их глобальных приоритетов умножается на вес родительского критерия.

Для определения степени согласованности матрицы парных сравнений размерностью от 3×3 и выше производится расчет отношения согласованности по следующей формуле:

$$Cr = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)r}, \quad (5)$$

где r – индекс согласованности, принимается по **табл. 1**.

Далее рассмотрен пример качественного отбора наиболее приемлемого инвестиционного проекта развития урбанизированных территорий. Предположим, что необходимо выбрать наиболее целесообразный проект из трех примерно равнозначных возможных вариантов (А, В, С), прошедших предварительный отбор. При этом, на основании результатов экспертного «мозгового штурма» сформирована иерархия критериев для решения подобного рода задач (**рис. 1**). В составе такой иерархии обычно присутствуют показатели квалификации (К), финансовые показатели (Ф), показатели обеспеченности ресурсами (Р) и др. Подчеркиваем, что иерархия критериев, приведенная на рисунке, носит иллюстративный характер [17, 18, 20].

Следующий шаг – построение матриц попарных сравнений критериев и альтернатив. Для попарного сравнения используется фундаментальная шкала (**табл. 2**), которая позволяет оценить предпочтительность критерия, расположенного в строке матрицы, по отношению к критерию, расположенному в ее столбце.

Матрица сравнений формируется только для элементов, расположенных над главной диагональю. Элементы, расположенные симметрично под главной диагональю,

Таблица 2

Шкала оценки степени предпочтительности (пример) [Preference degree assessment scale (example)]		
Степень	Определение	Примечание
1	Равная значимость	Альтернативы одинаково значимы
2	Слабое превосходство	Промежуточное значение
3	Среднее превосходство	Одна из альтернатив немного предпочтительнее другой
4	Превосходство выше среднего	Промежуточное значение
5	Умеренно сильное превосходство	Одна из альтернатив явно предпочтительнее другой
6	Значительное превосходство	Промежуточное значение
7	Весьма значительное превосходство	Подтвержденное доминирование альтернативы
8	Бесспорное превосходство	Промежуточное значение
9	Абсолютное превосходство	Одна из альтернатив неоспоримо предпочтительнее другой

автоматически получают обратные значения. Если критерий или альтернатива в строке менее предпочтительны, чем в столбце, в соответствующей ячейке матрицы ставится обратное значение.

Предположим, что в целях выбора лучшего проекта было проведено попарное сравнение предпочтительности критериев первого уровня. Матрица попарных сравнений имеет вид, приведенный в **табл. 3**.

Смысл первой строки матрицы заключается во мнении, что положительный опыт при реализации подобных проектов (К1) абсолютно предпочтительнее наличия финансовых возможностей (Ф1), а также эксперты считают, что имеющийся положительный опыт (Ф1) гораздо важнее, чем наличие инфраструктуры (Р1). Вторая строка матрицы (заполняется только одно значение) характеризует предпочтительность финансовых возможностей (Ф1) по сравнению с доступностью инфраструктуры (Р1). Последняя строка матрицы заполняется автоматически. После проведения расчетов определяются векторы локальных и глобальных приоритетов. В результате анализа построенной матрицы сравнения критериев отмечается более высокая значимость положительного опыта реализации подобных проектов (К1) над наличием финансовых ресурсов (Ф1), и в меньшей степени следует уделять внимание доступности инфраструктуры (Р1). Подчеркнем, что для другого проекта глобальные приоритеты критериев могут быть отличны.

Критерий наличия финансовых возможностей (Ф1) является составным. Поэтому необходимо определить приоритеты его дочерних критериев с помощью матрицы их попарных сравнений (**табл. 4**).

Из первой строки матрицы видно, что наличие собственных целевых фондов (Ф11) бесспорно предпочтительнее вероятности отрицательного эффекта (Ф12) и практически равноценна возможности поэтапного финансирования проекта (Ф13). Вторая строка таблицы показывает, что значимость вероятности отрицательного результата (Ф12) абсолютно уступает возможности поэтапного финансирования (Ф13). При этом, здесь учитывается общий глобальный приоритет финансовых критериев (Ф1), равный 0,25, на который умножаются промежуточные значения глобальных приоритетов подкритериев Ф11, Ф12 и Ф13, равные 0,46, 0,05 и 0,48, соответственно.

Итак, глобальные приоритеты всех критериев известны, в дальнейшем они используются как весовые коэффициенты для определения глобальных приоритетов альтернатив проектов.

Последующий этап – построение матриц попарного сравнения альтернатив, – является трудоемким, но и ключевым, поскольку именно здесь оценивается соответствие каждого альтернативного варианта проекта каждому определенному критерию. Другими словами, на данном этапе для каждого критерия осуществляется попарное сравнение альтернатив с точки зрения их соответствия данному критерию. В нашем случае, необходимо построить пять матриц для критериев К1, Ф11, Ф12, Ф13 и Р1 (**табл. 5–9**).

Таблица 3

Матрица попарных сравнений критериев первого уровня
[Matrix of paired comparisons of criteria of the first level]

Критерии	К1	Ф1	Р1	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
К1	1	3	9	3,01	0,01	0,935	0,681
Ф1	1/3	1	4			0,343	0,250
Р1	1/9	1/4	1			0,094	0,069

Таблица 4

Матрица попарных сравнений подкритериев критерия Ф1
[Matrix of paired comparisons of subcriteria of criterion of F1]

Ф1	Ф11	Ф12	Ф13	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
Ф11	1	8	1	3,00	0,00	0,691	0,116
Ф12	1/8	1	1/9			0,083	0,014
Ф13	1	9	1			0,718	0,120

Таблица 5

Матрица сравнения альтернатив по критерию К1
[Matrix of comparison of alternatives by criterion of K1]

К1	А	В	С	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
А	1	1	5	3,094	0,090	0,787	0,498
В	1	1	2			0,580	0,367
С	1/5	1/2	1			0,213	0,135

Таблица 6

Матрица сравнения альтернатив по критерию Ф11
[Matrix of comparison of alternatives by criterion of F11]

Ф11	А	В	С	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
А	1	1	1/3	3,02	0,02	0,284	0,174
В	1	1	2			0,755	0,455
С	3	1/2	1			0,607	0,371

Таблица 7

Матрица сравнения альтернатив по критерию Ф12
[Matrix of comparison of alternatives by criterion of F12]

Ф12	А	В	С	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
А	1	1	5	3,02	0,02	0,646	0,427
В	1	1	8			0,755	0,500
С	1/5	1/8	1			0,110	0,073

Таблица 8

Матрица сравнения альтернатив по критерию Ф13
[Matrix of comparison of alternatives by criterion of F13]

Ф13	А	В	С	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
А	1	2	9	3,04	0,04	0,853	0,589
В	1/2	1	8			0,516	0,357
С	1/9	1/8	1			0,078	0,054

С точки зрения положительного опыта реализации подобных проектов (**табл. 5**) лидирует проект А: проекты А и В одинаково привлекательны, но проект А умеренно предпочтительнее, чем С, а проект В немного предпочтительнее проекта С.

С точки зрения наличия собственных целевых фондов (**табл. 6**) проект А незначительно уступает остальным, а проект В немного превосходит проект С, одновременно лидируя по данному критерию.

С точки зрения вероятности отрицательного результата (**табл. 7**) наименее предпочтительным является проект С, а лидирует проект В.

В части возможностей поэтапного финансирования (**табл. 8**) лидирует проект А.

Таблица 9

Матрица сравнения альтернатив по критерию P1
[Matrix of comparison of alternatives by criterion of P1]

P1	A	B	C	λ_{\max}	Cr	X_i	Y_i
A	1	2	8	3,05	0,05	0,843	0,578
B	1/2	1	8			0,531	0,364
C	1/8	1/8	1			0,084	0,057

Таблица 10

Матрица сравнения альтернатив по глобальным приоритетам
[Matrix of comparison of alternatives on global priorities]

Проекты	K1	Φ_{11}	Φ_{12}	Φ_{13}	P1	γ
	0,681	0,116	0,014	0,120	0,069	
A	0,498	0,174	0,427	0,589	0,578	0,476
B	0,367	0,455	0,500	0,357	0,364	0,377
C	0,135	0,371	0,073	0,054	0,057	0,147

С точки зрения наличия необходимой инфраструктуры (табл. 9), преимущество также у проекта А.

Качественный анализ ситуации показывает, что проекты А и В близки по своим возможностям (А лучший по трем критериям, В – по двум), в то время как проект С явно не отвечает большинству критериев отбора. Однако окончательное решение можно принять только после умножения глобальных приоритетов альтернатив по каждому критерию на глобальный приоритет самих критериев и суммирования полученных результатов. По данным рассматриваемого примера, предпочтительна реализация проекта А (табл. 10).

Таким образом, представленные методические разработки в условиях многокритериального характера проблемы учета рисков, недостаточности и неполноты исходных статистических данных, а также доминирования в муниципальном менеджменте административных подходов к принятию решений, позволяют объективно оценить уровень рисков развития урбанизированных территорий и обоснованно выбрать наиболее предпочтительный проект для практической реализации.

Библиографический список

1. Смирнов А.П., Афонина Д.Б. Модель оценки риска инвестиционного проекта при нечетких входных данных // Экономика в промышленности. 2014. № 3. С. 78–82. DOI:10.17073/2072-1633-2014-3-78-82
2. Vighi M. New challenges in ecological risk assessment // Integrated environmental assessment and management. 2013. N 9(3). P. 1–3.
3. Барташевич А.А. Эколого-экономические риски и их влияние на социально-экономическое положение страны // Вестник Ростовского государственного экономического университета. 2010. № 32. С. 54–58.
4. Suter II G.W. Generic assessment endpoints are needed for ecological risk assessment // Risk Analysis. 2000. N 20(2). P. 173–178.
5. Резник А.В. Организационно-экономический механизм управления устойчивым развитием регио-

на // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2015. № 3(8). С. 134–138.

6. Прокопьев Б.Б. Подходы к управлению эколого-экономическими рисками и методы их финансирования // Экономика и предпринимательство. 2013. № 8(37). С. 268–271.

7. Анощенко Т.Ю., Мурзин А.Д. Экономико-математическое моделирование факторов социально-экологического риска развития территорий // Вестник Самарского государственного экономического университета. 2015. № 2(124). С. 17–34.

8. Коломак Е.А. Развитие городской системы России: тенденции и факторы // Вопросы экономики. 2014. № 10. С. 82–96.

9. Saaty T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures // Journal of Mathematical Psychology. 1977. N 15(3). P. 234–281.

10. The Annual International Symposium of the Analytic Hierarchy Process. URL <http://www.isahp.org>

11. Саати Т.Л. Принятие решений при зависимости и обратных связях / пер. с англ. О.Н. Андрейчиковой. М.: ЛЕНАНД, 2014. 357 с.

12. Wilson R., Crouch E. Risk assessment and comparisons: An introduction // Science. 1987. N 236 (4799). P. 267–270.

13. Костюхин Ю.Ю., Елисеева Е.Н., Тихоненко А.В. Процессный подход к распределению затрат промышленного предприятия // Цветные металлы. 2007. № 12. С. 14–20.

14. Костюхин Ю.Ю., Шерстнева М.А. Оценка стоимости бизнеса как элемент управления стоимостью компании // Экономика в промышленности. 2010. № 2. С. 40–44. DOI:10.17073/2072-1633-2010-2-40-44

15. Колотырин К.П. Эколого-экономические риски в сфере обращения с отходами и пути их снижения // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2016. № 2. С. 195–204.

16. Колотырин К.П. Экономические инструменты стимулирования природоохранной деятельности // Вестник Саратовского государственного технического университета. 2009. № 1(37). С. 186–196.

17. Пешкова М.Х., Мацко Н.А. Стратегия портфельного инвестирования горных компаний // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2010. № 4. С. 332–342.

18. Пешкова М.Х., Шульгина О.В. Современные методы оценки инвестиционной привлекательности компаний минерально-сырьевого комплекса // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2015. № S1. С. 193–208.

19. Самарина В.П. «Зеленая экономика» России: некоторые вопросы теории и методологии // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2015. № 2(287). С. 2–9.

20. Skufina T.P., Samarina V.P., Krachunov H., Savon D.Yu. Problems of Russia's arctic development in the context of optimization of the mineral raw materials complex use // Eurasian mining. 2015. N 2(24). P. 18–21.

Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry

2016, no. 3, July–September, pp. 202–208

ISSN 2072-1633 (print)

ISSN 2413-662X (online)

Risk analysis of development of the urbanized territories

T.Yu. Anopchenko – davidova@mail.ru, **A.D. Murzin** – admurzin@yandex.ru, Rostov-na-Donu Southern Federal University. 26g Sobornaya Str., Rostov-na-Donu 344000, Russia; **D.Yu. Savon** – National University of Science and Technology MISiS (NUST «MISiS»). 4 Leninsky Prospect, Moscow 119049, Russia, di199@yandex.ru; **A.Eu. Safronov** – Don State Technical University (DSTU). 1 Gagarin Sqr., Rostov-na-Donu 344000, Russia.

Abstract. Problem analysis and risk evaluation of urban areas has several related aspects. Together with the relative novelty of the scientific field management of development areas, tasks of risk management in terms of urbanization have not yet received sufficient research and methodological support.

The purpose of the study is in the development and testing of an effective mechanism of analysis and evaluation of environmental and economic risks that arise in the process of realization projects of development in urban areas.

Objects of the study are ecological and economic risks specific to projects of development in urban areas and arising from the process of transformation of the natural-anthropogenic environment.

The hypothesis of the study is in adaptation principles of the method of analysis of hierarchies and application of consistent formal expert assessment of ecological and economic risks to the problems of analysis projects of development in urban areas, as a result of which it is proposed to carry out the selection of the most rational directions for practical implementation in conditions a particular urban environment.

The result of research is the author's approach to the adaptation of the well-known and positively proven in solving multi-criteria tasks method of analysis of hierarchies to identify and assessment the risk level development of urban areas based on multi-variation risk events and different probability of their existence.

Keywords: analysis, evaluation, identification, urbanization, ecological and economic risks, the development of territories, natural-anthropogenic environment, method of analysis of hierarchies, the multi-variation of events, multi-criteria tasks.

References

1. Smirnov A.P., Afonina D.V. Risk assessment model of the investment project when fuzzy input data are available. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy*

in the industry. 2014. No. 3. Pp. 78–82. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2014-3-78-82

2. Vighi M. New challenges in ecological risk assessment. *Integrated environmental assessment and management*. 2013. No. 9(3). Pp. 1–3.

3. Suter II G.W. Generic assessment endpoints are needed for ecological risk assessment. *Risk Analysis*. 2000. No. 20(2). Pp. 173–178.

4. Bartashevich A.A. Ecological and economic risks and their impact on the socio-economic situation of the country. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2010. No. 32. Pp. 54–58. (In Russ.)

5. Reznik A.V. Organizational-economic mechanism of sustainable development of the regional administration. *Innovatsionnaya ekonomika: perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya*. 2015. No. 3(8). Pp. 134–138. (In Russ.)

6. Prokop'ev B.B. Approaches to the management of ecological and economic risks and methods of their financing. *Ekonomika i predprinimatel'stvo*. 2013. No. 8(37). Pp. 268–271. (In Russ.)

7. Anopchenko T.Y., Murzin A.D. Economic-mathematical modeling of the factors of social and environmental risk areas. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta*. 2015. No. 2(124). Pp. 17–34. (In Russ.)

8. Kolomak E.A. The development of the urban system in Russia: trends and factors. *Voprosy ekonomiki*. 2014. No. 10. Pp. 82–96. (In Russ.)

9. Saaty T.L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of Mathematical Psychology*. 1977. No. 15(3). Pp. 234–281.

10. The Annual International Symposium of the Analytic Hierarchy Process. URL <http://www.isahp.org>

11. Saaty T.L. *Prinyatie reshenii pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh* [Decision-making at the dependencies and feedbacks]. Moscow: LENAND, 2014. 357 p. (In Russ.)

12. Wilson R., Crouch E.A.C. Risk assessment and comparisons: An introduction. *Science*. 1987. No. 236(4799). Pp. 267–270.

13. Kostyukhin Y.Y., Eliseeva E.N., Tihonenko A.V. The process approach to the allocation of costs of industrial enterprise. *Non-ferrous metals*. 2007. No. 12. Pp. 14–20. (In Russ.)

14. Kostyukhin Y.Y., Sherstneva M.A. Business valuation as a control value of the company. *Ekonomika v promyshlennosti = Economy in the industry*. 2010. No. 2.

Pp. 40–44. (In Russ.). DOI: 10.17073/2072-1633-2010-2-40-44

15. Kolotyryn K.P. Ecological and economic risks in the waste management and ways to reduce them. *Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2016. No. 2. Pp. 195–204. (In Russ.)

16. Kolotyryn K.P. Economic instruments of stimulation of nature protection activity. *Bulletin of the Saratov state technical university*. 2009. No. 1(37). Pp. 186–196. (In Russ.)

17. Peshkova M.H., Matsko N.A. The strategy of portfolio investments of mining companies. *Mining Informational and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)*. 2010. No. 4. Pp. 332–342. (In Russ.)

18. Peshkova M.H., Shulgina O.V. Modern methods of evaluation of investment attractiveness of companies of mineral complex. *Mining Informational and Analytical*

Bulletin (scientific and technical journal). 2015. No. S1. Pp. 193–208. (In Russ.)

19. Samarina V.P. «Green Economy» Russia: Some problems in the theory and methodology. *National interests priorities and safety*. 2015. No. 2(287). Pp. 2–9. (In Russ.)

20. Skufina T.P., Samarina V.P., Krachunov H., Savon D.Yu. Problems of Russia's arctic development in the context of optimization of the mineral raw materials complex use. *Eurasian mining*. 2015. No. 2(24). Pp. 18–21. (In Russ.)

Information about authors:

T.Yu. Anopchenko – Dr. Sci. (Econ.), Prof., Deputy Director of the Department of Management, **A.D. Murzin** – Cand. Sci. (Econ.), **D.Yu. Savon** – Dr. Sci. (Econ.), Prof., **A.Eu. Safronov** – Dr. Sci. (Econ.), Prof.