

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ РЕГИОНА: СИСТЕМА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, МЕТОДИКА РАСЧЕТА, ПРИМЕНЕНИЕ

В.В. Глинский, А.К. Серга, М.С. Хван
Новосибирский государственный университет
экономики и управления – «НИНХ»

S444@ngs.ru

В статье представлены и обсуждаются проблемы измерения уровня экологической безопасности территориальных образований Российской Федерации. Выполнен обзор актуальных российских и зарубежных исследований в данной сфере; сформирована и апробирована на реальной совокупности (муниципальные районы Новосибирской области) система исходных статистических показателей; рассчитан обобщенный индекс уровня экологической безопасности, основанный на комплексной оценке трех индикаторов: уровень социально-экономического развития, уровень экологического состояния и уровень развития человеческого потенциала. В работе проведена классификация муниципальных образований Новосибирской области по уровню экологической безопасности с использованием типологической группировки (совокупность была разбита на три группы с равными интервалами), методом кластерного анализа (применен способ «ближнего соседа»), на основе построения портфельной матрицы. Предложена и апробирована на фактических данных трехмерная матрица портфельного анализа, в качестве координат которой взяты индикаторы экологической безопасности: уровень социально-экономического развития, уровень экологического состояния, уровень развития человеческого потенциала. Для верификации качества разбиения выполнена оценка сходимости результатов различных алгоритмов. Предлагаемая в работе методика позволяет получать корректные оценки уровня экологической безопасности для основных территориальных уровней управления – муниципального, по субъектам, по округам Российской Федерации; появляется возможность проведения сравнений не только по территориям, но и в динамике. Результаты исследования расширяют инструментальные и информационные возможности разработки адекватных стратегий управления экологической безопасностью как для отдельного территориального образования, так и для полученных гомогенных групп. В качестве информационной базы использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата).

Ключевые слова: индикатор, индекс, оценка уровня экологической безопасности, типология муниципальных образований.

DOI: 10.17212/2075-0862-2015-4.2-13-32

Экологическая безопасность – существенная часть национальной безопасности государства, значимый элемент его участия в системе международной безопасности. Экологическая ситуация в целом по Российской

Федерации неблагоприятна, на отдельных территориях находится за пределами критического уровня и имеет тенденцию ухудшения. Как следует из Государственного доклада о состоянии и охране окружающей

среды Российской Федерации, в 2013 году уровень загрязнения воздуха в 123 городах Российской Федерации, где проживает 52 % городского населения, характеризуется как высокий и очень высокий. Объем образования отходов всех классов опасности из года в год увеличивается. «По данным государственного статистического наблюдения, в Российской Федерации образование отходов производства и потребления достигло в 2015 году 5 млрд тонн, более 90 % отходов образуется предприятиями добывающего сектора экономики и около 400 млн тонн отходов образуется в других секторах экономики, что ведет к увеличению нагрузки на окружающую среду. Только 35 % от этой величины обезвреживается и перерабатывается, остальная часть направляется на долговременное хранение, в основном на собственные объекты размещения отходов, еще более загрязняя территории» [6]. Ситуация из года в год ухудшается. Например, в 2013 г., по данным Ростехнадзора, произошло 13 аварий на объектах нефтегазодобывающей промышленности и магистрального трубопроводного транспорта, сопровождавшихся разливами нефти и нефтепродуктов [11]. Это свидетельствует о значительной экологической опасности социально-экономического развития отдельных территорий страны, о существенной дифференциации данного процесса и о том, значительная часть населения страны проживает в неблагоприятных условиях окружающей среды. Как следствие, не улучшаются показатели здоровья населения, не растет продолжительность жизни населения, высокой остается детская и младенческая смертность, большие средства уходят на решение экологических проблем территорий. Экология становится фактором, ограничивающим возможности устойчи-

вого развития как страны в целом, так и его отдельных регионов, соответственно актуализируется проблема оценки уровня экологической безопасности территорий.

Обзор исследований по проблемам измерений уровня экологической безопасности

Экологическая безопасность затрагивает научные интересы исследователей самых разных специальностей: биологов, физиков, экологов, демографов, экономистов, математиков, статистиков... Только за последние несколько лет в России по этой проблематике было опубликовано более двухсот научных статей в рецензируемых журналах, защищены десятки диссертаций. Анализ исследований, посвященных оценке уровня экологической безопасности, позволяет сгруппировать авторов по двум основным концепциям: техногенной и биосферной. Техногенная концепция: решение экологических проблем заключается в оценке загрязнения окружающей среды, нормировании допустимого загрязнения различных сред, создании очистных систем и ресурсосберегающих технологий [5]. Данная концепция охватывает широкий спектр оттенков, начиная с полного отрицания существования экологической опасности, кроме локальных случаев, и заканчивая призывами перейти к устойчивому развитию, которое понимается как удовлетворение потребностей настоящего и будущих поколений людей, т. е. фактически сводится к совмещению окружающей среды с экономическим ростом и естественным ростом населения [1, 21, 23, 24, 29]. Биосферная концепция представляет собой эмпирическое обобщение всего накопленного экспериментального материала на основе известных законов физики и

биологии [20]. Она направлена на определение области устойчивости любой экосистемы, что позволяет найти допустимую величину возмущения – нагрузки на экосистему, определить пороги устойчивости кон-

кретных экологических систем [1, 26, 27]. В рамках данных концепций сложился целый ряд методов и критериев оценки экологической безопасности (см. подробнее: [1, 2, 9, 12, 15, 22, 25, 28, 30, 31]) (табл. 1).

Таблица 1

Отечественные и зарубежные методики расчета индикаторов экологической устойчивости

Разработчик	Наименование методики	Содержание
Всемирный фонд дикой природы	Индекс живой планеты (Living Planet Index)	Индекс живой планеты основан на оценках размеров популяций отдельных диких видов. Индекс рассчитывается в процентах от оценочной величины популяции в 1970 г. Основное значение индекса определяется как среднее из индексов всех видов, включенных в расчет, за каждый временной интервал. Индекс рассчитывается для лесных, морских и пресноводных экосистем
	Экологический след (Ecological Footprint)	Индекс позволяет измерить давление на окружающую среду любого человека, предприятия, организации, населенного пункта, страны, населения всей страны. «Экологический след», приходящийся на одного человека, представляет сумму шести слагаемых: площадь пашни для выращивания потребляемых человеком зерновых; площадь пастбищ для производства продукции животноводства; площадь лесов для производства древесины и бумаги; площадь моря для производства рыбы и морепродуктов; территории, занятая под жилье и инфраструктуру; площадь лесов поглощения CO ²
Йельский и Колумбийский университеты США	Индекс экологической устойчивости (Environmental Sustainability Index)	Индекс базируется на 76 показателях, сгруппированных в 21 индикатор, которые сводятся к пяти компонентам: экологическая система, снижение экологического стресса, снижение уязвимости человечества, социальные и институциональные возможности, глобальный надзор
ООН	Цели развития тысячелетия (Millennium Development Goals), Экологическая цель	Это система индикаторов. Экологическая цель призвана обеспечить экологическую устойчивость планеты. Достижение данной цели предполагает решение двух задач: снижение воздействия человека на окружающую среду и исчерпание им природных ресурсов; улучшение экологических условий для развития человека, уменьшение экологических угроз для его безопасности, здоровья и проживания
	Скорректированные чистые накопления (Adjusted Net Savings)	Показатель включает в себя учет человеческого потенциала, экологического и энергетического факторов

Разработчик	Наименование методики	Содержание
ЦЭМИ РАН, исследования под руководством С.А. Айвазяна	Качество окружающей среды	Один из индикаторов качества жизни населения, для расчета индикатора берутся данные из официальных источников государственной статистики
МГУ, исследования выполнены И.Н. Рубановым, В.С. Тикуновым	Интегральная оценка экологического состояния окружающей среды регионов РФ	Интегральный сводный индекс экологического состояния окружающей среды, рассчитанный на основе индексов экологического состояния отдельных ее компонент, которые принимают значение по шкале от нуля до 100
А.П. Бакуменко, П.А. Коротков	Интегральный индикатор качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона	Интегральный индикатор представляет собой линейную сверстку (взвешенную сумму) нормированных значений частных критериев сокращенного набора индикаторов
С.Н. Бобылев, В.С. Минаков, С.В. Соловьева, В.В. Третьяков	Эколого-экономический индекс регионов РФ	Интегральный эколого-социально-экономический индекс скорректированных чистых накоплений, в основу которого положены принципы построения индекса Adjusted Net Saving
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности, А.А. Тронин	Индекс разнообразия экосистем	Оценка уровня антропогенного воздействия и реакции экосистемы на это воздействие как оценки уровня безопасности экосистем. В основу расчетов положены дистанционные методы для определения био-разнообразия по видовому составу
А.Н. Козловцева, А.А. Козловцев	Методика ранжирования объектов по уровню экологической безопасности	В основу методики положены критерии экологической безопасности на основе оценки уровней: устойчивости природной среды, саморегуляции природной среды, воздействия проектируемого хозяйственного объекта на здоровье населения, экологичности технических и технологических решений хозяйственного объекта, качества среды в районе работ [9]
Т.А. Комарова, Е.А. Сысоева	Интегральный индикатор «Экологическая безопасность региона» на примере Приволжского федерального округа	Экологическая безопасность региона условно подразделяется на два внутренних блока: антропогенное воздействие на окружающую среду и медико-демографические характеристики региона. Каждый из блоков представлен набором показателей, из которых выбираются наиболее информативные, используемые для проведения дальнейших расчетов [10]

Общим для практически всех современных методик и алгоритмов является их индивидуальный характер: решение частной задачи, использование экспертных оценок, трудоемкость получения необходимой инфор-

мации, оценка одной составляющей экологической безопасности – окружающей среды, невозможность сквозной оценки социально-экономических систем различного уровня агрегирования. Вследствие этого результаты

таких исследований, как правило, несопоставимы, их сложно проверить, практически невозможно повторить на другом объекте.

Критический анализ литературы свидетельствует об отсутствии сложившегося единого подхода к оценке экологической безопасности регионов РФ. Несмотря на это, отечественными исследователями сформирован задел для создания системы оценки экологической безопасности социально-экономических систем различного уровня хозяйствования.

Методология и инструментарий

Гипотеза исследования заключается в том, что оценить экологическую безопасность социально-экономических систем от муниципального образования до уровня страны в целом можно с помощью разработки сквозной методики расчета обобщающего показателя, основанной на комплексном учете трех равнозначных индикаторов: уровня социально-экономического развития, уровня экологического состояния и уровня развития человеческого потенциала, от которых прямо и косвенно зависит экологическое будущее территории и общества в целом. Во-первых, это даст возможность сопоставлять территории между собой; во-вторых, разрабатывать стратегию их развития на основе сравнения выделенных индикаторов; в-третьих, прогнозировать экологическую устойчивость конкретной территории.

Согласно разработанному методическому подходу, оценка уровня экологической безопасности территории базируется на методах классификации, проводимых в соответствии с совокупностной концепцией (рис. 1). Типология территорий предусматривает отнесение их к одному из классов уровня экологической безопасности – низкому, среднему, высокому – в зависимо-

сти от влияния внешних и внутренних факторов развития территории. Факторы влияния на уровень экологической безопасности территории описываются с помощью количественных характеристик.

Оценка экологической безопасности территории, как отмечено выше, строится на трех сферах жизнедеятельности общества: экологическом состоянии, развитии человеческого потенциала и социально-экономическом развитии территории. На основе теоретического качественного анализа осуществляется отбор показателей по каждой сфере.

Индикаторы и обобщенный индекс рассчитываются по методике скорректированной многомерной средней [3, 4]. Особенностью исходного массива данных являются несопоставимость по единицам измерения и разнонаправленность их влияния на уровень экологической безопасности. Данные недостатки можно элиминировать различными способами. Чтобы уйти от разных единиц измерения, проводится процедура стандартизации либо нормирования показателей:

$$x_{ij}^{\text{станд}} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{\sigma_j}, \quad (1)$$

$$x_{ij}^{\text{норм}} = \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}}, \quad (2)$$

$$x_{ij}^{\text{норм}} = \frac{x_{ij} - \min_j x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}} \quad (3)$$

или

$$x_{ij}^{\text{норм}} = \frac{\max_j x_{ij} - x_{ij}}{\max_j x_{ij} - \min_j x_{ij}}, \quad (4)$$

где $x_{ij}^{\text{станд}}$ – стандартизованное значение j -го признака, которым обладает i -й объект;

$x_{ij}^{\text{норм}}$ – нормированное значение j -го признака, которым обладает i -й объект;
 \bar{x}_j – среднее значение j -го показателя, рассчитанное по всей совокупности объектов;

σ – среднееквадратическое (стандартное) отклонение j -го признака;
 i – номер объекта (муниципального образования);
 j – номер признака.

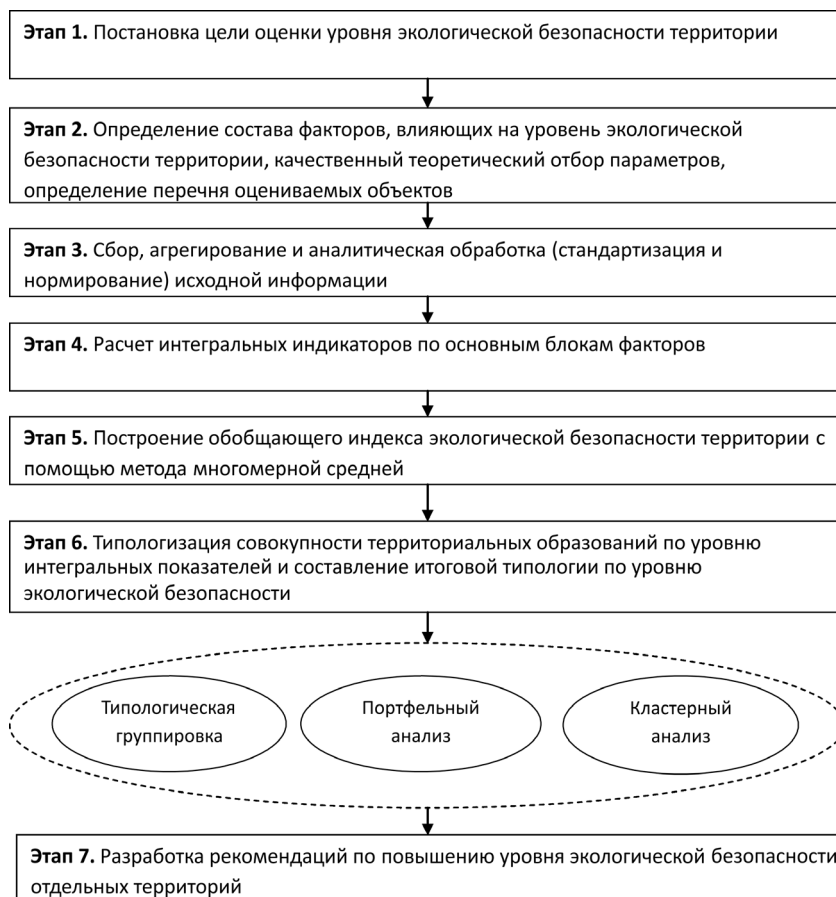


Рис. 1. Схема методического подхода к оценке уровня экологической безопасности территории

При использовании формулы (2) разнонаправленность влияния исключается путем замены знака на противоположный по тем признакам, которые отрицательно (негативно) влияют на интегрирующий показатель; для формул (3) и (4) – при положительном влиянии параметра, формиру-

ющего интегрированную оценку, нормирование осуществляют по формуле (3), в противном случае – по формуле (4).

Метод многомерной средней заслуживает внимания как своеобразная интерпретация многомерного анализа и метода сжатия информации. Для каждого элемента

статистической совокупности можно рассчитать среднее отношение, характеризующее данный элемент по некоторой группе признаков. Такой условный показатель называют многомерной средней.

Расчет многомерной средней позволяет совершить переход от многомерного пространства признаков к одномерному:

$$\bar{P}_i = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k x_{ij}^{\text{норм}}, \quad (5)$$

где $x_{ij}^{\text{норм}}$ – стандартизованное или нормированное значение j -го признака;

k – число признаков;

i – номер муниципального образования.

Многомерная средняя выступает в качестве интегрального индикатора конкретного фактора экологической безопасности. Использование нормированных показателей позволяет ограничить размах изменения обобщенного индекса в пределах единицы. В случае нормирования исходных данных по максимальному значению при любом количестве показателей размах значений многомерной средней будут равен единице: при однонаправленном прямом влиянии факторов на индикатор от нуля до единицы, при однонаправленном обратном влиянии (от -1 до нуля), при разнонаправленном влиянии факторов от $-\frac{l}{k}$ до $\frac{k-l}{k}$ (l – число показателей с обратным влиянием на индикатор, k – общее число показателей).

При нормировании исходных данных по формулам (3) и (4), как это было сделано в представленном исследовании, значение многомерной средней принимает значения в интервале от нуля до единицы.

Обобщенный индекс экологической безопасности ($I_i^{\text{эб}}$) рассчитывается как

среднее арифметическое значение интегральных индикаторов:

$$I_i^{\text{эб}} = \frac{\sum_{m=1}^3 \bar{P}_{mi}}{m}, \quad m = \overline{1, 3}, \quad (6)$$

где m – число блоков показателей.

По каждому индикатору и по обобщенному индексу экологической безопасности системы проводится разбиение исходной совокупности на группы.

Задача классификации муниципальных образований региона в рамках данного исследования решается одновременным применением инструментов совокупностной (типологическая группировка, портфельный анализ) и вариационной (кластерный анализ) концепций типологии данных. Первый подход рассматривает однородность как качественную (гомогенность единиц частной совокупности детерминирована единым законом развития), в вариационной концепции однородность постулируется с позиций близости индивидуальных значений признака, упор делается на количественный аспект [4]. Соответственно, типологическая группировка, портфельный анализ разбивают общую неоднородную совокупность на частные однородные множества, предварительно намеченные теоретическим путем; кластерный анализ, с другой стороны, реализует объединение единиц общей совокупности в гомогенные группы на основе сходства и различия, причем внутригрупповые различия должны быть менее существенны, чем различия между группами [7, 8].

Одновременное использование нескольких методов типологии данных позволяет не только определить устойчивое место территории (муниципального об-

разования) в пространстве индикаторов, идентифицировать тип исследуемой территории по уровню экологической безопасности, но и обеспечивает возможность верификации полученных результатов.

Система показателей

В качестве информационной базы в работе использованы официальные данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата) по муниципальным образованиям Новосибирской области за 2008–2013 годы. Формирование системы показателей муниципальных образований по Новосибирской области реализовано качественным анализом с учетом специфики объекта наблюдения.

Необходимо отметить, что муниципальные образования – достаточно новый объект наблюдения государственной статистики. Возраст современной российской муниципальной статистики не насчитывает и десяти лет со всеми вытекающими последствиями: недостаточная материальная база, низкий уровень квалификации и даже нехватка кадрового обеспечения, финансирование статистических работ муниципального уровня по остаточному принципу и проч. Важным аспектом, не способствующим повышению надежности данных на муниципальном уровне, является также размер объекта. Очевидно, что при прочих равных условиях чем меньше величина рассматриваемой общей совокупности, тем более значимыми являются погрешности измерения (неточности, ошибки, приписки) отдельной единицы совокупности.

Значимым средством повышения качества информации в этих условиях является агрегирование данных: во времени, по

территории, или построение комплексных (агрегированных) обобщающих статистических показателей. Исходя из этих соображений нами был отобран ряд параметров, отвечающих требованиям доступности, измеримости, соответствия, достаточности, комплексности, достоверности и сопоставимости (см. подробно: [3, 4, 18, 19]). Показатели агрегированы в три блока.

Блок 1. Социально-экономическое развитие: численность врачей всех специальностей (без зубных) в учреждениях здравоохранения (человек); мощность амбулаторно-поликлинических учреждений (посещений в смену); число дошкольных образовательных учреждений на конец отчетного года (единиц); число учреждений культурно-досугового типа (единиц); число спортивных сооружений – всего (единиц); число детско-юношеских спортивных школ (единиц); инвестиции в основной капитал за счет средств муниципального бюджета (тыс. руб.); инвестиции в основной капитал, осуществляемые организациями, находящимися на территории муниципального образования (без субъектов малого предпринимательства) (тыс. руб.); количество убыточных организаций (единиц); удельный вес прибыльных организаций (процентов); дебиторская задолженность (тыс. руб.); кредиторская задолженность (тыс. руб.); ввод в действие жилых домов на территории муниципального образования (квадратных метров общей площади); количество выданных разрешений на строительство (единиц); число муниципальных органов охраны общественного порядка (единиц); число добровольных формирований населения по охране общественного порядка (единиц).

Блок 2. Экологический: текущие затраты на охрану окружающей среды (тыс.

руб.); количество объектов, имеющих стационарные источники выбросов (единиц); выброшено в атмосферу загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников, – всего (тыс. тонн); количество предприятий по утилизации и переработке бытовых и промышленных отходов (единиц); посевные площади сельскохозяйственных культур в хозяйствах всех категорий (гектар).

Блок 3. Развитие человеческого потенциала: общий коэффициент рождаемости (промилле); общий коэффициент смертности (промилле); численность детей, посещающих дошкольные образовательные организации, на конец отчетного года (человек); численность обучающихся в общеобразовательных организациях (без вечерних (сменных) общеобразовательных организаций) (человек); численность занимающихся в детско-юношеских спортивных школах (человек) [16].

Подобную систему можно построить в нескольких территориальных разрезах: по муниципальным образованиям всех субъектов Российской Федерации (РФ), по субъектам РФ, по федеральным округам РФ.

Обобщенный индекс экологической безопасности

Методика оценивания уровня экологической безопасности апробирована на фактических данных по муниципальным образованиям Новосибирской области за 2012 – 2013 гг.

На первом этапе определяется цель оценки экологической безопасности территорий конкретного уровня агрегирования: сопоставить муниципальные образования Новосибирской области между собой по уровню экологической безопасности.

На втором этапе после определения состава факторов – блоков, влияющих на уровень экологической безопасности территорий, и перечня оцениваемых объектов – выполняется сбор достоверной информации по каждому блоку показателей. В нашем исследовании – по блокам социально-экономического развития, развития человеческого потенциала и экологического состояния территории.

Механизм расчета интегрального индикатора представлен по блоку «Развитие человеческого потенциала» (табл. 2, 3).

Аналогично рассчитываются интегральные индикаторы «Уровень социально-экономического развития» и «Уровень экологического состояния».

На основе полученных индикаторов по трем блокам показателей рассчитывается обобщенный индекс экологической безопасности ($I_i^{эб}$) для муниципальных образований Новосибирской области (табл. 4).

Классификация муниципальных образований

Разбиение совокупности муниципальных образований на однородные типы проведено тремя способами: с использованием типологической группировки; методом кластерного анализа; на основе построения портфельной матрицы.

Типологическая группировка выполнена на основе оценок обобщенного индекса экологической безопасности. Уровень экологической безопасности находится в интервале от нуля до единицы, для разбиения взяты равные интервалы. В итоге получены три группы муниципальных образований: с низким уровнем экологической безопасности [0,000...0,333]; со средним уровнем [0,333...0,667] и с высоким уровнем [0,667...1,000] (табл. 5).

Таблица 2

Исходные показатели для расчета интегрального индикатора по блоку «Развитие человеческого потенциала» муниципальных образований Новосибирской области в 2013 г.

№ п/п	Муниципальные образования	Общий коэффициент рождаемости, промилле, (x_1)	Общий коэффициент смертности, промилле, (x_2)	Численность детей, посещающих дошкольные образовательные организации, на конец отчетного года, (x_3)	Численность обучающихся в общеобразовательных организациях (без вечерних (сменных) общеобразовательных организаций), (x_4)	Численность занимающихся в детско-юношеских спортивных школах, человек, (x_5)
1	Баганский район	15,0	15,0	772	531	1897
2	Барабинский район	14,0	17,0	2078	317	4670
...						
34	Чистоозерный район	12,0	16,0	855	463	2023
35	Чулымский район	14,0	17,0	716	434	2283
Максимальное значение ($\max_j x_{ij}$)		17,3	21,0	65 958	37 228	135 997
Минимальное значение ($\min_j x_{ij}$)		12,0	8,1	469	0	1095

Таблица 3

Нормированные показатели и расчет интегрального индикатора «Уровень развития человеческого потенциала» по муниципальным образованиям Новосибирской области в 2013 г.

№ п/п	Муниципальные образования	($x_1^{\text{норм}}$)	($x_2^{\text{норм}}$)	($x_3^{\text{норм}}$)	($x_4^{\text{норм}}$)	($x_5^{\text{норм}}$)	Уровень развития человеческого потенциала $\bar{P}_i = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^5 x_{ij}^{\text{норм}}$
1	Баганский район	0,566	0,465	0,005	0,014	0,006	0,211
2	Барабинский район	0,377	0,310	0,025	0,009	0,027	0,149
...							
34	Чистоозерный район	0,000	0,388	0,006	0,012	0,007	0,083
35	Чулымский район	0,377	0,310	0,004	0,012	0,009	0,142

Таблица 4

Индикаторы блоков и обобщенный индекс экологической безопасности муниципальных образований Новосибирской области в 2013 г.

№ п/п	Муниципальные образования	Уровень социально-экономического развития	Уровень экологического состояния	Уровень развития человеческого потенциала	Обобщенный индекс экологической безопасности
1	Баганский район	0,208	0,473	0,211	0,297
2	Барабинский район	0,182	0,435	0,149	0,256
3	Болотнинский район	0,159	0,41	0,259	0,276
4	Венгеровский район	0,212	0,447	0,225	0,295
5	Город Бердск	0,222	0,397	0,252	0,290
6	Город Искитим	0,173	0,389	0,188	0,250
7	Город Новосибирск	0,736	0,402	0,796	0,644
8	Город Обь	0,179	0,399	0,147	0,241
9	Доволенский район	0,175	0,461	0,090	0,242
10	Завинский район	0,202	0,452	0,065	0,240
11	Искитимский район	0,211	0,468	0,278	0,319
12	Карасукский район	0,226	0,488	0,204	0,306
13	Каргатский район	0,183	0,429	0,155	0,256
14	Колыванский район	0,217	0,449	0,198	0,288
15	Коченевский район	0,230	0,491	0,206	0,309
16	Кочковский район	0,182	0,496	0,224	0,301
17	Краснозерский район	0,262	0,579	0,165	0,335
18	Куйбышевский район	0,201	0,432	0,174	0,269
19	Купинский район	0,215	0,511	0,185	0,303
20	Кыштовский район	0,157	0,405	0,155	0,239
21	Маслянинский район	0,212	0,429	0,206	0,282
22	Мошковский район	0,170	0,401	0,265	0,279
23	Новосибирский район	0,352	0,438	0,301	0,363
24	Ордынский район	0,214	0,477	0,150	0,280
25	Рабочий поселок Кольцово	0,183	0,402	0,405	0,330
26	Северный район	0,195	0,395	0,148	0,246
27	Сузунский район	0,183	0,471	0,254	0,302
28	Татарский район	0,214	0,463	0,128	0,268
29	Тогучинский район	0,213	0,488	0,232	0,311
30	Убинский район	0,192	0,415	0,087	0,231
31	Усть-Таркский район	0,240	0,456	0,119	0,272

Окончание табл. 4

№ п/п	Муниципальные образования	Уровень социально-экономического развития	Уровень экологического состояния	Уровень развития человеческого потенциала	Обобщенный индекс экологической безопасности
32	Чановский район	0,238	0,435	0,205	0,293
33	Черепановский район	0,235	0,465	0,269	0,323
34	Чистоозерный район	0,192	0,456	0,083	0,244
35	Чулымский район	0,210	0,418	0,142	0,257

Таблица 5

Типология муниципальных образований Новосибирской области по уровню экологической безопасности в 2013 г.

Интервал изменения обобщенного индекса	Уровень экологической безопасности (тип)	Муниципальные образования
0,000...0,333	низкий	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Завинский, Искитимский, Карасукский, Каргатский, Колыванский, Коченевский, Кочковский, Купинский, Куйбышевский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Ордынский, Северный, Сузунский, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Тарский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный Чулымский районы, города Бердск, Искитим и Обь, рабочий поселок Кольцово
0,333...0,667	средний	Краснозерский, Новосибирский районы и город Новосибирск
0,667...1,000	высокий	—

В Новосибирской области нет муниципальных образований с высоким уровнем экологической безопасности, и только три муниципалитета из тридцати пяти попали в группу со средним уровнем. Однако по значению обобщенного индекса очень близки к этой группе рабочий поселок Кольцово и Черепановский район. Кроме того, почти половина районов, попавших в группу с низким уровнем, также

приближается к нижней границе группы со средним уровнем экологической безопасности.

Кластерный анализ. Применен способ «ближнего соседа». Матрица расстояний построена по евклидовой метрике на трех индикаторах: уровень социально-экономического развития, уровень экологического состояния и уровень развития человеческого потенциала (рис. 2, табл. 6) [13].

Таблица 6

Типология муниципальных образований способом «ближнего соседа»

Номер кластера	Тип	Количество муниципальных образований	Номера муниципальных образований
1	низкий	34	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Здвинский, Искитимский, Каргатский, Карасукский, Краснозерский, Кольванский, Коченевский, Кочковский, Куйбышевский, Купинский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Новосибирский, Ордынский, Сузунский, Северный, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Таркский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный, Чулымский районы, города Бердск, Искитим, Обь, рабочий поселок Кольцово
2	средний	–	–
3	высокий	1	город Новосибирск

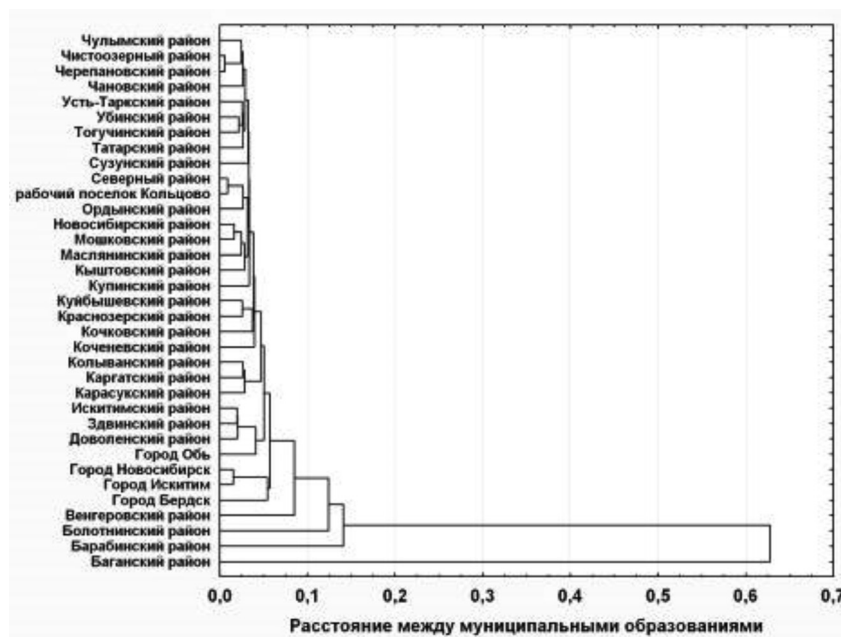


Рис. 2. Дендрограмма муниципальных образований Новосибирской области по уровню экологической безопасности за 2013 г.

Матрица портфельного анализа. Содержательные проблемы построения матричных моделей, как правило, концентрируются в

решении следующих основных вопросов: в выборе теоретически возможных типов (как правило, решается с использовани-

ем теоретического качественного анализа, либо на основе априорной информации) выборе признаков, по которым проводится разбиение совокупности; в определении величины интервала группировки, или, что то же самое – поиске критических точек перехода одного качественного состояния процесса в другое.

В нашем случае построена упрощенная матричная модель: возможные типы уровня экологической безопасности детерминированы (низкий, средний, высокий), постро-

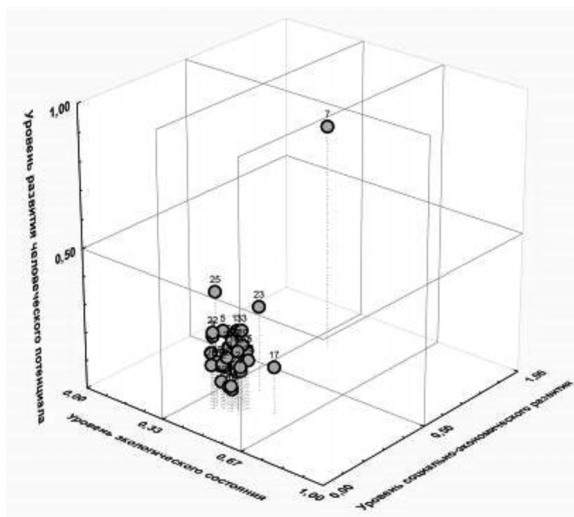


Рис. 3. Типология муниципальных образований Новосибирской области по уровню экологической безопасности в 2013 г.

ена трехмерная матрица (рис. 3), в качестве координат (признаков разбиения) которой взяты индикаторы экологической безопасности. В предлагаемой матрице портфельного анализа по оси X указываются значения уровня экологического состояния, по оси Y – значения уровня развития человеческого потенциала, по оси Z – значения уровня социально-экономического развития.

Оценка пороговых значений качественных переходов осуществлялась на основе

исследования эмпирических распределений муниципальных образований по каждому индикатору (рис. 4, а, в), что позволило выделить три группы по экологическому состоянию (низкий, средний, высокий) и две группы по человеческому потенциалу и по социально-экономическому развитию (низкий, высокий) [13, 14].

В результате выделено 12 подгрупп муниципальных образований, которые объединяются в три типа, имеющих следующий уровень экологической безопасности:

- низкий – 1...30, 32...35¹;
- средний – 31;
- высокий – нет.

В табл. 7 сведены результаты трех разбиений. С одной стороны, различные алгоритмы дают различающиеся результаты, но с другой – процент совпадений высокий (91,4 %), ядра кластеров ловят все три метода.

Заключение

Применяемые в современной российской практике управления системы оценки уровня экологической безопасности регионов отличаются рядом существенных недостатков: высокая трудоемкость, несопоставимость и непроверяемость результатов. Предлагаемая в работе методика, основанная на использовании блоков показателей государственной статистики, позволяет получать достаточно адекватные оценки для основных территориальных уровней управления – муниципальном, по субъектам и округам; появляется возможность проведения сравнений не только по территориям, но и в динамике; результаты исследования позволяют разрабатывать эффективные

¹ Номера муниципальных образований по табл. 4.

стратегии управления экологической безопасностью как для отдельного территориального образования, так и для полученных гомогенных групп.

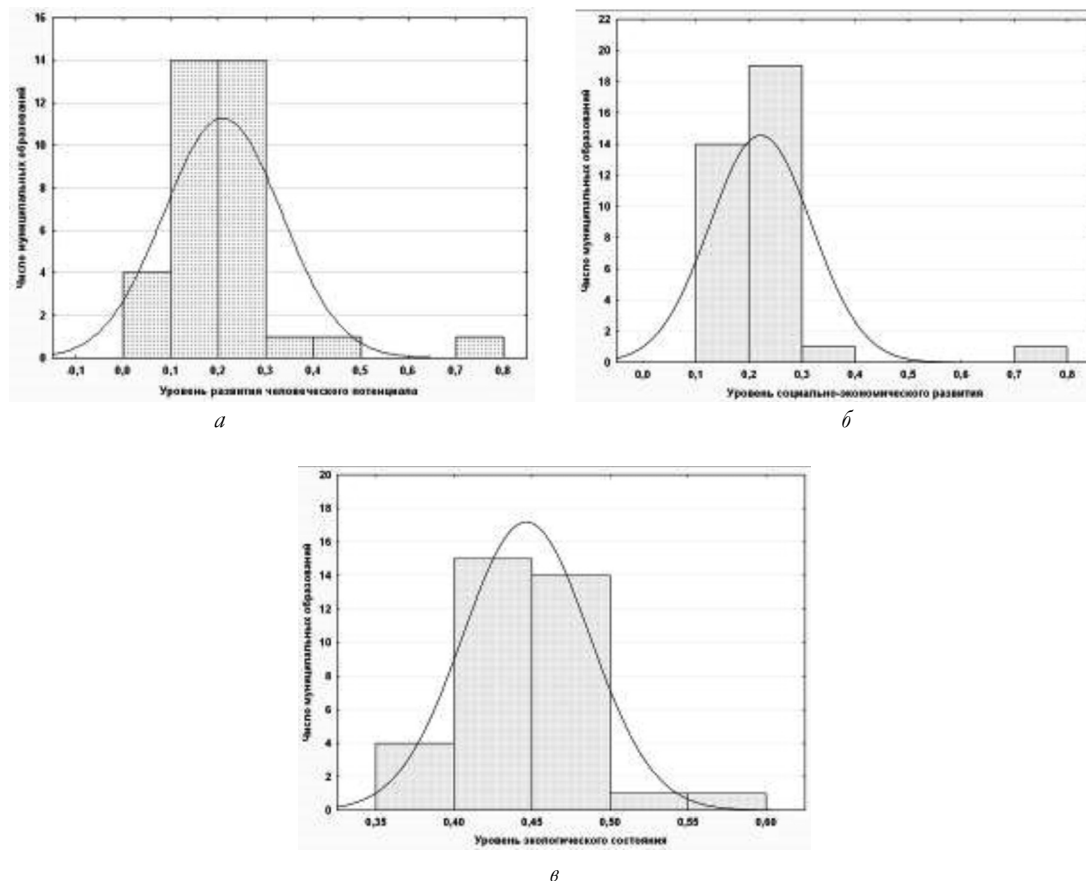


Рис. 4. Эмпирические и теоретические распределения индикаторов экологической безопасности муниципальных образований Новосибирской области в 2013 г.

Таблица 7

Оценка сходимости результатов различных алгоритмов разбиения муниципальных образований Новосибирской области

Тип экологической безопасности	Кластерный анализ	Матрица портфельного анализа	Многомерная средняя	Совпадения, (ядра разбиений)
Низкий	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Здвинский,	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Здвинский,	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Здвинский,	Баганский, Барабинский, Болотнинский, Венгеровский, Доволенский, Здвинский,

Тип экологической безопасности	Кластерный анализ	Матрица портфельного анализа	Многомерная средняя	Совпадения, (ядра разбиений)
	Искитимский, Каргатский, Карасукский, Краснозерский, Кольванский, Коченевский, Кочковский, Куйбышевский, Кушинский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Новосибирский, Ордынский, Сузунский, Северный, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Таркский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный, Чулымский районы, города Бердск, Искитим, Обь, рабочий поселок Кольцово	Искитимский, Карасукский, Каргатский, Кольванский, Коченевский, Кочковский, Краснозерский, Кушинский, Куйбышевский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Новосибирский, Ордынский, Северный, Сузунский, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Таркский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный, Чулымский районы, города Бердск, Искитим и Обь, рабочий поселок Кольцово	Искитимский, Карасукский, Каргатский, Кольванский, Коченевский, Кочковский, Кушинский, Куйбышевский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Ордынский, Северный, Сузунский, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Таркский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный, Чулымский районы, города Бердск, Искитим и Обь, рабочий поселок Кольцово	Искитимский, Каргатский, Карасукский, Кольванский, Коченевский, Кочковский, Куйбышевский, Кушинский, Кыштовский, Маслянинский, Мошковский, Ордынский, Сузунский, Северный, Татарский, Тогучинский, Убинский, Усть-Таркский, Чановский, Черепановский, Чистоозерный, Чулымский районы, города Бердск, Искитим, Обь, рабочий поселок Кольцово
Средний	–	город Новосибирск	Краснозерский, Новосибирский районы и город Новосибирск	–
Высокий	город Новосибирск	–	–	–

Литература

1. Власова Е.Я. Стратегические направления обеспечения экологической безопасности региона // *Фундаментальные исследования*. – 2008. – № 5. – С. 61–64.

2. Волович В.Н. К вопросу об экологической безопасности страны // *Общество. Среда. Развитие*. – 2012. – № 1. – С. 192–196.

3. Глинский В.В., Третьякова О.В., Скрипкина Т.Б. О типологии регионов России по уровню эффективности здравоохранения // *Вопросы статистики*. – 2013. – № 1. – С. 57–68.

4. Глинский В.В., Чemezova E.Ю. О сходности основных концепций типологии данных социально-экономических исследований // *Вестник НГУЭУ*. – 2012. – № 4, т. 2. – С. 67–73.

5. Годовой отчет Государственного комитета по охране окружающей среды Мурманской области – 1999 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.murman.ru/ecology/comitet/report99/> (дата обращения: 03.12.2015).
6. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=138763> (дата обращения: 03.12.2015).
7. Ионин В.Г., Ярославцева А.П. К проблеме выделения социально-экономических типов населения // Вестник НГУЭУ. – 2012. – № 4, т. 2. – С. 74–86.
8. Ионин В.Г., Ярославцева А.П. Стратификация населения Новосибирской области по уровню денежных доходов // Вестник НГУЭУ. – 2010. – № 1. – С. 116–130.
9. Козловцева А.Н., Козловцев А.А. Разработка методики оценки уровня экологической безопасности хозяйственной деятельности [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-otsenki-urovnya-ekologicheskoy-bezopasnosti-hozyaystvennoy-deyatelnosti> (дата обращения: 03.12.2015).
10. Камарова Т.А., Сысоева Е.А. Сравнительный анализ интегральных индикаторов экологической безопасности регионов Приволжского федерального округа [Электронный ресурс]. – URL: http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/ru/publications/press_conference/ (дата обращения: 03.12.2015).
11. Об отходах производства и потребления: поправки в закон [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=138773> (дата обращения: 03.12.2015).
12. Русак О.Н. Современные проблемы экологической безопасности // Компетентность. – 2011. – № 6. – С. 44–46.
13. Прикладное использование методов портфельного анализа / А.К. Серга, М.И. Никифорова, Е.С. Румынская, М.С. Хван // Вестник НГУЭУ. – 2012. – № 3. – С. 146–158.
14. Сонникова В.И., Кулиджоглян К.О. Модель кредитного скоринга как алгоритм типологии нечетких совокупностей // Вестник НГУЭУ. – 2013. – № 3. – С. 107–117.
15. Троица А.А. Дистанционные методы при решении задач экологической безопасности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2013. – Т. 10, № 1. – С. 238–245.
16. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]: веб-сайт. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 03.12.2015).
17. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности. – М.: Книга сервис, 2002. – 208 с.
18. Чemezova Е.Ю. Статистические методы в решении прикладных задач развития территории // Вестник НГУЭУ. – 2013. – № 4. – С. 153–165.
19. Чemezova Е.Ю. Типологии субъектов РФ по уровню социально-экономического развития // Вестник НГУЭУ. – 2010. – № 1. – С. 171–176.
20. Экологическая безопасность [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/506395> (дата обращения: 03.12.2015).
21. Adaptive environmental assessment and management / ed. C.S. Holling. – Chichester; New York: Wiley, 1978. – 377 p.
22. Carpenter S.R., Brock W.A., Hanson P. Ecological and social dynamics in simple models of ecosystem management // Conservation Ecology. – 1999. – Vol. 3 (2). – P. 10.
23. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet / F.S. Chapin, S.R. Carpenter, G.P. Kofinas, C. Folke, N. Abel, P. Olsson, D. Smith, B. Walker, O.R. Young, F. Berkes, R. Biggs, J.M. Grove, R.L. Naylor, E. Pinkerton, W. Steffen, F.J. Swanson. – Trends in Ecology & Evolution. – 2010. – Vol. 25, N 4. – P. 241–249. – doi: 10.1016/j.tree.2009.10.008.
24. Economic analysis of environmental impacts / J.A. Dixon, L.F. Scura, R.A. Carpenter, P.B. Sherman. – 2nd ed. – London: Earthscan Publ., 1994. – 210 p.
25. Environmental Monitoring / ed. B.G. Wiersma. – Boca Raton: CRC Press, 2004. – 733 p.
26. Environmental analysis: the NEPA experience / ed. by S.G. Hildebrand, J.B. Cannon. – Boca Raton: Lewis Publishers, 1993. – 773 p.

27. *Holling C.S.* Understanding the complexity of economic, ecological and social systems // *Ecosystems*. – 2001. – N 4. – P. 390–405. – doi: 10.1007/s10021-001-0101-5.

28. Introduction to socio-economic impact assessment [Electronic resource]. – URL: http://www.reviewboard.ca/upload/ref_library/SEIA_Guidelines_Chapter_2.pdf (accessed: 03.12.2015).

29. *Parthemore C., Rogers W.* Sustaining security: how natural resources influence national security. – Washington, DC: Center for New American Security, 2010. – 40 p.

30. *Jongman R.H.G., Kübik M., Kristiansen I.* European ecological networks and greenways // *Landscape and Urban Planning*. – 2004. – N 68. – P. 305–319.

31. *Zhaoxue L.I., Linyu X.* Evaluation indicators for urban ecological security based on ecological network analysis // *Procedia Environmental Sciences*. – 2010. – Vol. 2. – P. 1393–1399. – doi: 10.1016/j.proenv.2010.10.151.

ENVIRONMENTAL SAFETY ASSESSMENT OF MUNICIPALITIES IN THE REGION: SCORECARD, ESTIMATION METHOD AND ITS APPLICATION

V.V. Glinskiy, L.K. Serga, M.S. Khvan
Novosibirsk State University of Economics
and Management

S444@ngs.ru

The problems of environmental safety measurement of territorial entities in the Russian Federation are presented and discussed in the article. The overview of relevant investigations in the environmental safety field is given. The system of initial statistical indicators on a real group (municipal districts of Novosibirsk Region) is formed and tested. The author presents a generalized index of environmental safety based on three indicators: the level of social and economic development, the level of ecological conditions and the level of human resources of the region. The research includes the classification of the Novosibirsk region municipalities on the basis of the environmental safety level. The method of typological grouping (the variety was divided into three groups with equal intervals) and the cluster analysis method (the method of “nearest-neighbor” was applied), and the portfolio analysis matrix were used. The three-dimensional matrix of portfolio analysis is proposed and tested on the actual data during the investigation. The matrix has three coordinate axes that correspond to environmental safety indicators: the level of social and economic development, the level of ecological conditions, and the level of human resources. The convergence of the results of different partitioning algorithm was estimated. This technique adequately estimates the environmental safety for all management levels: municipal, regional and federal.

The main advantage of this approach is the opportunity of a territory analysis as well as a dynamic one. The investigation results broaden instrumental and informational opportunities in developing adequate strategies of ecological safety management both for a separate territorial unit and for homogeneous groups. Official data of the Federal State Statistics Service were used for the calculation of indicators.

Keywords: indicator, index, assessment of the environmental safety level, typology of municipalities.

DOI: 10.17212/2075-0862-2015-4.2-13-32

References

1. Vlasova E.Ya. Strategicheskie napravleniya obespecheniya ekologicheskoi bezopasnosti regiona [Strategic directions to ensure environmental safety of the region]. *Fundamental'nye issledovaniya – Basic Research*, 2008, no. 5, pp. 61–64. (In Russian)
2. Volovich V.N. K voprosu ob ekologicheskoi bezopasnosti strany [About ecological safety of the state]. *Obshchestvo. Sreda. Razvitiye – Society. Environment. Development*, 2012, no. 1, pp. 192–196. (In Russian)
3. Glinskiy V.V., Tretyakova O.V., Skripkina T.B. O tipologii regionov Rossii po urovnyu effektivnosti zdravookhraneniya [Typology of regions of the Russian Federation by health care effectiveness level]. *Voprosy statistiki – Statistical Studies*, 2013, no 1, pp. 57–68. (In Russian)
4. Glinskiy V.V., Chemezova E.Yu. O skhodnosti osnovnykh kontseptsii tipologii dannykh sotsial'no-ekonomicheskikh issledovaniy [On convergence of main concepts of typology of social-economic studies data]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2012, no. 4, vol. 2, pp. 67–73. (In Russian)
5. Annual report of the state committee for environmental protection of the Murmansk region – 1999. Available at: <http://www.murman.ru/ecology/comitet/report99/> (accessed 03.12.2015)
6. State report on the state and protection of the environment of the Russian Federation in 2013. Available at: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=138763> (accessed 03.12.2015)
7. Ionin V.G., Yaroslavtseva L.P. K probleme vydeleniya sotsial'no-ekonomicheskikh tipov naseleniya [To the matter of marking-out of socio-economic types of population]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2012, no. 4, vol. 2, pp. 74–86. (In Russian)
8. Ionin V.G., Yaroslavtseva L.P. Stratifikatsiya naseleniya Novosibirskoi oblasti po urovnyu denezhnykh dokhodov [Stratification of the population of the Novosibirsk region in terms of cash income]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2010, no. 1, pp. 116–130. (In Russian)
9. Kozlovtsseva L.N., Kozlovtssev A.A. *Razrabotka metodiki otsenki urovnya ekologicheskoi bezopasnosti khozyaystvennoi deyatel'nosti* [Development of methodology for assessing the environmental safety of economic activity]. (In Russian) Available at: <http://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-metodiki-otsenki-urovnya-ekologicheskoy-bezopasnosti-hozyaystvennoy-deyatelnosti> (accessed 03.12.2015)
10. Komarova T.A., Sysoeva E.A. [Comparative analysis of integrated indicators of ecological safety of the Volga Federal District]. (In Russian) Available at: http://mrd.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/mrd/ru/publications/press_conference/ (accessed 03.12.2015)
11. On production and consumption waste: amendments to the law. (In Russian) Available at: <http://www.mnr.gov.ru/news/detail.php?ID=138773> (accessed 03.12.2015)
12. Rusak O.N. Sovremennye problemy ekologicheskoi bezopasnosti [Environmental security current problems]. *Kompetentnost' – Competency*, 2011, no. 6, pp. 44–46. (In Russian)
13. Serga L.K., Nikiforova M.I., Rumynskaya E.S., Khvan M.S. Prikladnoe ispol'zovanie metodov portfel'nogo analiza [Applications of the methods of portfolio analysis]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2012, no. 3, pp. 146–158. (In Russian)
14. Sonnikova V.I., Kulidzhoglyan K.O. Model' kreditnogo skoringa kak algoritm tipologii nechetkikh sovokupnostei [The model of credit scoring algorithm typology of fuzzy sets]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2013, no. 3, pp. 107–117. (In Russian)
15. Tronin A.A. Distanttsionnye metody pri reshenii zadach ekologicheskoi bezopasnosti [Remote sensing in ecological safety]. *Sovremennye problemy distanttsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa – Current problems in remote sensing of the earth from space*, 2013, vol. 10, no. 1, pp. 238–245. (In Russian)
16. Russian Federation. Federal State Statistics Service: website. (In Russian) Available at: <http://www.gks.ru/> (accessed 03.12.2015)
17. Khoruzhaya T.A. *Otsenka ekologicheskoi opasnosti* [Assessment of environmental hazard]. Moscow, Kniga servis Publ., 2002. 208 p.
18. Chemezova E.Yu. Statisticheskie metody v reshenii prikladnykh zadach razvitiya territorii [Statistical methods in solving practical problems of

- the territory]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2013, no. 4, pp. 153–165. (In Russian)
19. Chemezova E.Yu. Tipologii sub’ektov RF po urovnyu sotsial’no-ekonomicheskogo razvitiya [Typology of the subjects of the Russian Federation in terms of socio-economic development]. *Vestnik NGUEU – Vestnik NSUEM*, 2010, no. 1, pp. 171–176. (In Russian)
20. Ecological safety. (In Russian) Available at: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/506395> (accessed 03.12.2015)
21. Holling C.S., ed. *Adaptive environmental assessment and management*. Chichester, New York, Wiley, 1978. 377 p.
22. Carpenter S.R., Brock W.A., Hanson P. Ecological and social dynamics in simple models of ecosystem management. *Conservation Ecology*, 1999, vol. 3 (2), p. 10.
23. Chapin F.S., Carpenter S.R., Kofinas G.P., Folke C., Abel N., Olsson P., Smith D., Walker B., Young O.R., Berkes F., Biggs R., Grove J.M., Naylor R.L., Pinkerton E., Steffen W., Swanson F.J. Ecosystem stewardship: sustainability strategies for a rapidly changing planet. *Trends in Ecology & Evolution*, 2010, vol. 25, no. 4, pp. 241–249. doi: 10.1016/j.tree.2009.10.008
24. Dixon J.A., Scura L.F., Carpenter R.A., Sherman P.B. *Economic analysis of environmental impacts*. – 2nd ed. – London: Earthscan Publications, 1994. – 210 p.
25. Wiersma B.G., ed. *Environmental Monitoring*. Boca Raton, CRC Press, 2004. 733 p.
26. Hildebrand S.G., Cannon J.B., eds. *Environmental analysis*. Boca Raton, Lewis Publ., 1993. 773 p.
27. Holling C.S. Understanding the complexity of economic, ecological and social systems. *Ecosystems*, 2001, no. 4, pp. 390–405. doi: 10.1007/s10021-001-0101-5
28. Introduction to socio-economic impact assessment. Available at: http://www.reviewboard.ca/upload/ref_library/SEIA_Guidelines_Chapter_2.pdf (accessed: 03.12.2015)
29. Parthemore C., Rogers W. *Sustaining security: how natural resources influence national security*. Washington, DC, Center for New American Security, 2010. 40 p.
30. Jongman R.H.G., Külvik M., Kristiansen I. European ecological networks and greenways. *Landscape and Urban Planning*, 2004, no. 68, pp. 305–319.
31. Zhaoxue L.I., Linyu X. Evaluation indicators for urban ecological security based on ecological network analysis. *Procedia Environmental Sciences*, 2010, vol. 2, pp. 1393–1399. doi: 10.1016/j.proenv.2010.10.151