

ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ

И. И. Косинова*, Н. Р. Кустова**

* Воронежский государственный университет

** Воронежский филиал Российского государственного
открытого технического университета путей сообщения

Поступила в редакцию 21 сентября 2008 г.

Аннотация: анализ, оценка и управление экологическими рисками становятся важными факторами взаимодействия общества и природы, однако многие основополагающие положения этой области знания остаются дискуссионными. В работе представлен обзор современных взглядов на проблему оценки экологических рисков как в зарубежной, так и в отечественной научной литературе. Особое внимание уделено методикам изучения геоэкологической обстановки в крупных городских агломерациях (на примере г. Воронеж). Основной акцент сделан на новое научное направление, базирующееся на теории риска для здоровья населения больших городов. Ранее проведенные исследования загрязнения природной среды соединениями азота в пределах территории г. Воронеж проанализированы с точки зрения комплексного подхода к оценке геоэкологических рисков.

Ключевые слова: геоэкологический риск, крупные городские агломерации, комплексный подход.

Abstract: the analysis, estimation and management of ecological risks become the important factors of interaction of a society and the nature, however many basic positions of this area of knowledge remain under discussion. In work the review of modern views on a problem of an estimation of ecological risks both in foreign and in the domestic scientific literature is presented. The special attention is given techniques of studying of geoecological conditions in large city agglomerations (on an example of Voronezh). The basic accent is made on the new scientific direction which is based on the theory of risk for health, connected with an environment condition in cities. Earlier conducted researches about pollution of an environment by compounds of nitrogen within territory of Voronezh are analysed from the point of view of the complex approach to an estimation of geoecological risks.

Key words: geoecological risk, large city agglomerations, complex approach.

Введение

В конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века начались систематические исследования по анализу риска, направленные на оценку опасности различных промышленных технологий. Данная область знания возникла и активно развивается на базе классической экологии. Она направлена на сведение к минимуму ущерба для природных экосистем от природных и техногенных катастроф, что, безусловно, обеспечит ей ключевые позиции в новом столетии.

В любой деятельности определение понятия «риск» является очень сложным, что обусловлено его комплексностью и наличием многочисленных аспектов. До сих пор в современной научной литературе используются противоречащие друг другу определения. Еще не сложились единые представления о риске, связанном с интегральным проявлением природных и техногенных воздействий, хотя растущая в последнее время частота, интенсивность

и продолжительность многих видов стихийных явлений является результатом нарушения экологического равновесия. В работах [1, 2] рассмотрены понятия геологического, геохимического и эколого-геоморфологического рисков, но до настоящего времени отсутствует единая методология оценки риска геоэкологических процессов – геоэкологического риска, что является очень значительным пробелом в теории урбоэкологии. Таким образом, наука о риске интенсивно развивается, однако многие основополагающие положения этой области знания остаются дискуссионными.

В настоящей статье представлен анализ современных взглядов и методик на проблему оценки экологических рисков как в зарубежной, так и в отечественной науке. Разработанная авторская методика оценки геоэкологических рисков в пределах г. Воронеж демонстрируется на примере взаимосвязи загрязнения компонентов природной среды соединениями азота и их влияния на заболеваемость детского населения.

*Качественные и количественные признаки
категорий вероятности экологически неблагоприятных событий [5]*

Категории вероятности события	Качественное определение	Количественное определение
Частое	Событие происходит достаточно часто на протяжении времени существования системы	Более 0,1
Вероятное	Событие происходит несколько раз на протяжении времени существования системы	Менее 0,1, но более 0,01
Возможное	Событие происходит в среднем один раз на протяжении времени существования системы	Менее 0,01, но более 0,001
Редкое	Событие вряд ли произойдет за время существования системы, но его нельзя исключать из рассмотрения	Менее 0,001, но более 10^{-6}
Невероятное	Событие весьма неправдоподобно	Менее 10^{-6}

Обзор методик исследования рисков

Наука о риске сформировалась в конце XX века благодаря многочисленным исследованиям зарубежных ученых. В современной научной литературе рассматриваются несколько разновидностей риска. По мнению Рао Коллуру [3], имеются пять таких разновидностей: риски, угрожающие безопасности, здоровью, состоянию среды обитания, общественному благосостоянию, финансовые риски. К настоящему времени сформировались шесть типов анализа риска [4]: анализ химического риска; анализ канцерогенного риска; эпидемиологический анализ риска; вероятностный анализ риска; апостериорный анализ риска; качественный анализ риска. Обзор научных публикаций показывает, что все большее распространение получает многомерный подход к определению риска неблагоприятного события, который учитывает не только вероятность этого события, но и все его возможные последствия.

В ряде экономически развитых стран законодательные стандарты и нормативы по охране здоровья людей и среды обитания основаны и на предельно допустимых дозах вредных веществ и на связанных с ними рисками. На практике чаще всего рассчитывают экологический риск антропогенного загрязнения природных экосистем. Принятые в США нормативы качественной и количественной оценки риска приведены в табл. 1.

В США и Западной Европе выражение последствий риска количеством смертельных случаев получило одобрение специалистов и широкое распространение. Нормативные акты этих стран ориенти-

руются на такой нижний теоретический предел допустимого индивидуального риска, который соответствует увеличению вероятности смерти на один шанс на миллион за всю жизнь. Например, в Великобритании для оценки допустимых индивидуальных рисков используются так называемые критерии Эшби, представляющие собой вероятности одного фатального случая в год [6]. Методика расчета, предложенная в литературе [7, 8], основана на использовании детальных статистических данных США. Основная характеристика риска – сокращение ожидаемой продолжительности жизни LLE (loss of life expectancy). Данная величина показывает, на какой срок укорачивается жизнь человека, подвергающегося данному риску (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

*Сокращение ожидаемой
продолжительности жизни [7]*

Причины риска	LLE, дни
Радон в помещениях	35
Работа с химикалиями	30
Работа с излучением	25
Обеднение озонового слоя	22
Пестициды в пищевых продуктах	12
Загрязнение наружного атмосферного воздуха	10
Загрязнение питьевой воды	1,3
Проживание вблизи АЭС	0,4

Подобные количественные оценки экологических рисков важны для осмысления проблем, связанных со здоровьем людей и состоянием их среды обитания.

Группой исследовательских организаций Нидерландов разработаны методики «Экоиндикатор 95» [9] и «Экоиндикатор 99» [10]. Основная идея этих методик состоит в оценке жизненного цикла основных видов промышленных продуктов, попадающих в среду обитания. Риск нанесения ущерба здоровью людей в методике «Экоиндикатор 95» выражается приведенным количеством потерянных лет (ПКПЛ). При этом учитываются как потерянные годы жизни, так и годы, прожитые в состоянии инвалидности. Полученная величина делится на число жителей Европы. В табл. 3 приведены показатели ущерба здоровью людей от основных видов воздействий.

Т а б л и ц а 3

Показатели ущерба здоровью людей [9]

Вид воздействия	Ущерб на одного жителя Европы, ПКПЛ/год
Действие неорганических веществ на органы дыхания	0,0108
Изменение климата	0,00239
Канцерогенные эффекты	0,00200
Обеднение озонового слоя	0,000219
Действие органических веществ на органы дыхания	0,0000684
Ионизирующая радиация	0,0000268
Суммарный ущерб здоровью людей	0,0155

Методика «Экоиндикатор 99» учитывает показатели ущерба здоровью людей, наносимого различными загрязнителями. Значение фактора ущерба выражается в единицах ПКПЛ и относится к 1 кг вещества, поступившего в один из трех компонентов среды обитания (воздух, вода и почва) (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Показатели воздействия неорганических веществ на дыхательные пути [10]

Вещества	Фактор ущерба
Пыль, фракция 2,5 мкм	$7,0 \cdot 10^{-4}$
Пыль, фракция 10 мкм	$3,8 \cdot 10^{-4}$
NO	$1,4 \cdot 10^{-4}$
NO ₂	$8,9 \cdot 10^{-5}$
SO ₂	$5,5 \cdot 10^{-5}$
SO ₃	$4,4 \cdot 10^{-5}$
NH ₃	$8,5 \cdot 10^{-5}$
CO	$7,3 \cdot 10^{-7}$

Таким образом, основные методики зарубежных авторов для оценки экологического риска чаще всего учитывают вероятность фатальных исходов или сокращения ожидаемой продолжительности жизни. Методы качественного и количественного оценивания экологического риска, моделирование и прогнозирование развития опасных ситуаций позволяют выработать рекомендации по снижению экологического риска.

В России работы по оценке риска являются относительно новой сферой деятельности; понятие экологического риска стало использоваться в РФ совсем недавно. В бывшем Советском Союзе термина «риск» и тем более данного научного направления практически не существовало. Однако, как показали события последних десятилетий, слишком часто реализуются считавшиеся ранее весьма маловероятными крупные аварии и катастрофы на объектах высокой технологии. Стала очевидной необходимость в разработке новых подходов к обеспечению безопасности людей и природной среды. За последние годы в печати были опубликованы результаты исследований, отражающие, в основном, узкоспециализированные аспекты проблемы. Непосредственно посвящены оценке и управлению риском 6-й том монографического издания «Природные риски России» [11] и монография «Стратегические риски России: оценка и прогноз» [12].

Экологические проблемы, связанные с накоплением вредных веществ в природной среде, к сожалению, до сегодняшнего времени скрыты. Недопущение загрязнения составило бы лишь несколько процентов от затрат по проведению природоохранных мероприятий. Эту громадную разницу П. А. Осипов предлагает называть экологической рентой [13]. Однако вычленив конкретные причины и оценить степень угрозы экологической катастрофы крайне сложно, поскольку экологический риск выступает здесь как мера экологической опасности. Данная трактовка согласуется с выводами академика Ю. А. Израэля, разработавшего концепцию предельной нагрузки на природную среду и уделявшего много внимания вероятностным подходам к оценке риска [14].

Ценным вкладом в формирование данного научного направления являются работы [15, 16], где предложены общие схемы оценки риска. Как пишет один из исследователей [15], «базируясь на этой методологии, возможно идентифицировать и количественно оценивать уровни риска, а также планировать меры по организации мониторинга окружающей среды и снижению риска в экологически неблагополучных районах».

Актуальным направлением исследований в области экологических рисков является оценка геоэкологической обстановки в крупных городских агломерациях, которая формируется за счет суммарного действия множества техногенных факторов. Природно-технические геоэкологические системы (ГЭС) вводят в природную среду такие вещества и энергии, с которыми человек не сталкивался за исторический период своего развития. В зависимости от видов техногенной нагрузки выделяется 6 классов ГЭС: селитебный, горнодобывающий, промышленный, агротехнический, водохозяйственный и лесотехнический. Вопросам техногенного изменения среды на территории крупных городов, антропогенным геологическим процессам и явлениям посвящены некоторые работы [17–21], в которых проведен анализ развития городской среды с экологических позиций.

В последние годы быстро развивается новое научное направление, базирующееся на теории риска для здоровья населения больших городов. Оно получило развитие на базе совместных разработок Федерального Центра экологической политики России и Американского агентства по охране окружающей среды [22]. Общая схема таких исследований предусматривает выявление причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье», осуществление комплексного медико-экологического ранжирования факторов риска по степени воздействия на здоровье населения, проведение регионального зонирования по критериям медико-экологического благополучия. Региональные медико-географические и эпидемиологические исследования, проведенные в ряде промышленных городов, показали, что среди факторов риска заболеваемости особо значимыми являются: общая техногенная нагрузка территории; интенсивность транспортных потоков; планировка города без учета розы ветров и др. [23].

Таким образом, в России, как и во многих других странах, оценка риска постепенно становится основным механизмом, влияющим на принятие научно обоснованных решений по уменьшению и предупреждению техногенного воздействия на окружающую среду. Однако необходимо отметить насущные проблемы в области теории и практики экологических рисков: отсутствие достоверных методологических подходов; отсутствие единых методик количественных оценок; отсутствие достойного финансирования научных исследований и т. п.

Методика оценки геоэкологических рисков территорий городских агломераций

В данной работе в качестве объекта анализа был выбран г. Воронеж, поскольку его экологические проблемы типичны для крупных городских агломераций Центрального Черноземья. Исследованиями состояния здоровья населения на территории г. Воронеж занимается широкий круг ученых. Здоровье населения было охарактеризовано следующими группами показателей: медико-демографическими, показателями детской заболеваемости по классам болезней и основным нозологическим формам, показателям заболеваемости всего населения злокачественными новообразованиями. По городу были выделены административные районы, где отмечается наиболее интенсивное загрязнение почвы тяжелыми металлами и проведено ранжирование зон обслуживания поликлиник по уровню суммарного почвенного загрязнения. Проведено исследование корреляционных связей между различными уровнями заболеваемости и состоянием природной среды, а также дана оценка комфортности городской среды и разработаны рекомендации для осуществления мероприятий по улучшению экологической обстановки [24].

Одними из распространенных загрязняющих элементов городской среды являются соединения азота. Комплекс исследований показал приоритетность данных загрязняющих веществ как по характеру встречаемости на техногенно-нагруженных территориях, так и по уровню откликов в экосистемах. Общие вопросы трансформации и миграции азотных соединений рассмотрены в трудах [25, 26]. В пределах г. Воронеж выявлены закономерности распространения соединений азота в приземном слое атмосферы, атмосферных, поверхностных и подземных водах [27].

Однако в предшествующих работах практически не рассматривались пространственные закономерности загрязнения приповерхностной части литосферы соединениями азота и его влияния на состояние биоты. В течение более чем пятидесяти лет различные авторы исследовали состояние отдельных компонентов природной среды. Причинно-следственные связи между техногенно измененными элементами приповерхностной части литосферы и биотической компонентой в пределах г. Воронеж изучались эпизодически, не имели должной экспериментальной базы. Анализ ранее проведенных исследований показал отсутствие комплексного подхода к разработке методологии геоэкологических рисков (ГЭР) крупных городских агломераций.

Мощное воздействие техногенного фактора при поступлении минеральных форм азота в окружающую среду на территории г. Воронеж обусловило необходимость изучения вопроса загрязнения компонентов природной среды данными соединениями и их влияния на организм и здоровье человека [28]. Проведенная авторами комплексная геоэкологическая оценка абиотических компонентов исследуемой территории, включавшая подготовительные, полевые, аналитические и камеральные работы, позволила создать точечные покрытия содержания аммония, нитратов и нитритов в почве и снежном покрове. Матричная форма представления данных дала возможность унифицировать описание территории г. Воронеж – получить набор непрерывных признаковых полей, что, в свою очередь, позволило построить карты изолиний с произвольным сечением, дать дифференциальную характеристику показателей по районам города, получить статистические характеристики полей исходных признаков, оценить эквивалентность и закон их распределения. Кроме того, матричная форма представления данных является удобной для решения прогностических и классификационных задач.

Авторами предложена методика исследования диагностических откликов в экосистемах, находящихся в различных геоэкологических состояниях. В основу создания методики оценки ГЭР крупных городских агломераций нами положены принципы уже

существующих методик оценки абиотических компонентов среды и методик расчета экологических рисков по состоянию здоровья детей.

Система оценки состояния компонентов экологической системы, предложенная В. Т. Трофимовым и др. [29], и методика оценки экологического состояния природных сред, разработанная центральным региональным геологоразведочным центром по Центральным районам (ЦРГЦ) [30], стали основой для составления тематических карт. Наличие единых критериев оценки позволило нам объединить эти две методики и выработать критерии оценки состояния абиотического компонента среды (табл. 5).

Поскольку исследование абиотической составляющей среды проводилось по двум ведущим компонентам, то для унификации критериев оценки нами предложено введение бального подхода и выделение уровней экологического риска (табл. 6).

В данной работе в качестве основного параметра общественного здоровья была выбрана заболеваемость детей. В каждом из районов города изучалось здоровье детского населения по программе наблюдения, включающей следующие эколого-зависимые патологии в отношении воздействия концентраций соединений азота в приповерхностном слое литосферы: болезни органов дыхания, общая заболеваемость. Абсолютные показатели заболеваемости детей сис-

Т а б л и ц а 5

Критерии количественной оценки экологического состояния абиотического компонента природной среды

Оценка состояния среды	Абиотический компонент	
	Снеговые отложения, СПК	Приповерх. отложения, СПК
Удовлетворительная (благоприятная)	< 2	< 2
Условно удовлетворительная (относительно благоприятная)	2–5	2–16
Неудовлетворительная (весьма неблагоприятная)	5–7,5	16–128
Катастрофическая	> 7,5	> 128

Т а б л и ц а 6

Бальная оценка экологического состояния природной среды

Оценка состояния среды	Проявление экологического риска	Балл
Удовлетворительная (благоприятная)	Норма	1
Условно удовлетворительная (относительно благоприятная)	Угроза экологического риска	2
Неудовлетворительная (очень неблагоприятная)	Экологический риск	3
Катастрофическая	Экологический кризис	4

тематизированы по формам Государственной статистической отчетности в разрезе детских поликлиник (№ 1–11), с последующим объединением сведений в масштабе района и города в целом. Уровень детской заболеваемости оценивался числом случаев на 1000 детей. Относительно фонового уровня заболеваемости детского населения на территории г. Воронеж выделяется три уровня подверженности вышеуказанным заболеваниям: высокий, средний, низкий. Уровень заболеваемости детского населения в зависимости от концентраций соединений азота в приповерхностном слое литосферы был связан со степенью экологического риска, методика расчета которого предложена в [31].

Обработка информации позволила выявить корреляционные связи между уровнями детской заболеваемости и загрязнением соединениями азота соответствующих районов города, а также подтвердить правомочность и необходимость картографического исследования отклика экосистем на абиотические факторы окружающей среды.

Предлагаемая методика оценки данного отклика экосистемы основана на бальном подходе (табл. 7), что обусловлено следующими причинами: не ярко выраженной взаимосвязью между общей заболеваемостью населения и состоянием окружающей среды (по мнению большинства отечественных и зарубежных экспертов ВОЗ – 20 %); необходимостью выработки единых критериев оценки состояния абиотической и биотической компонент среды; взаимосвя-

зью между состоянием абиотической и биотической компонент среды; возможностью дальнейшего расширения поля исследований.

Т а б л и ц а 7
Бальная оценка уровня заболеваемости

Уровень заболеваемости	Отклик экосистемы	Балл
Фоновый	Минимальный	1
Низкий	Умеренный	2
Средний	Повышенный	3
Высокий	Сильный	4

Используя статистические данные детской заболеваемости и тематические карты состояния снежного покрова и приповерхностных отложений, методом «overlay» строятся комплексные карты, на которых можно проследить взаимосвязь зон экологического кризиса, риска угрозы экологического риска и нормы абиотической компоненты среды с зонами высокого, среднего и низкого уровня заболеваемости. Данный подход позволил нам объединить методики бальной оценки загрязнения природной среды соединениями азота и отклика экосистемы на эти абиотические факторы (табл. 8), что стало основой для введения понятия ГЭР.

Качественная оценка ГЭР для выбранной геоэкосистемы проводится с помощью суммы баллов, присвоенных абиотической и биотической компонентам этой системы. Одно и то же количество баллов может быть получено несколькими комбинациями баллов абиотической (А) и биотической (Б) компонент (табл. 9).

Т а б л и ц а 8
Бальная оценка абиотической и биотической компонент

Абиотический компонент			Биотический компонент		
Оценка состояния среды	Проявление эколог. риска	Балл	Уровень забол-ти	Отклик экосистемы	Балл
Удовлетвор. (благоприятная)	Норма	1	Фоновый	Минимальный	1
Условно удовл. (относ. благопр.)	Угроза эколог. риска	2	Низкий	Умеренный	2
Неудовлетвор. (очень неблагопр.)	Эколог. риск	3	Средний	Повышенный	3
Катастрофическая	Эколог. кризис	4	Высокий	Сильный	4

Т а б л и ц а 9
Бальная оценка уровня ГЭР

Оценка ГЭР в баллах	Комплексы геоэкологических ситуаций	Характеристика ГЭР
2	1А+1Б	Минимальный. Геоэколог. норма
3	1А+2Б; 2Б+1А	Средний. Угроза геоэколог. риска
4	1А+3Б; 3А+1Б; 2А+2Б	
5	1А+4Б; 4А+1Б; 2А+3Б; 3А+2Б	
6	2А+4Б; 4А+2Б; 3А+3Б	Высокий. Геоэколог. риск
7	3А+4Б; 4А+3Б	Максимальный. Геоэколог. кризис
8	4А+4Б	

При картографической реализации данной методики были определены границы зон геоэкологической нормы, угрозы геоэкологического риска, геоэкологического риска и геоэкологического кризиса. На карте ГЭР (рис. 1) выделены соответствующим цветом зоны, где состояние здоровья детского населения имеет пропорциональную зависимость от функциональной организации территории (рис. 2) и состояния геоэкологической системы.

Как видно из рис. 1, лишь незначительная часть территории г. Воронеж – 17 % – относится к зоне геоэкологической нормы. При этом 20 % территории характеризуется как зона геоэкологического риска (высокий ГЭР; 12 %) и геоэкологического кризиса (максимальный ГЭР; 8 %). К сожалению, такие зоны выявлены и в южной рекреационной части города (см. рис. 2), что связано с проблемой несанкционированного возникновения свалок в лесных массивах. Самой крупной в территориальном отношении – 63 % – является зона среднего уровня ГЭР, то есть геоэкологичес-

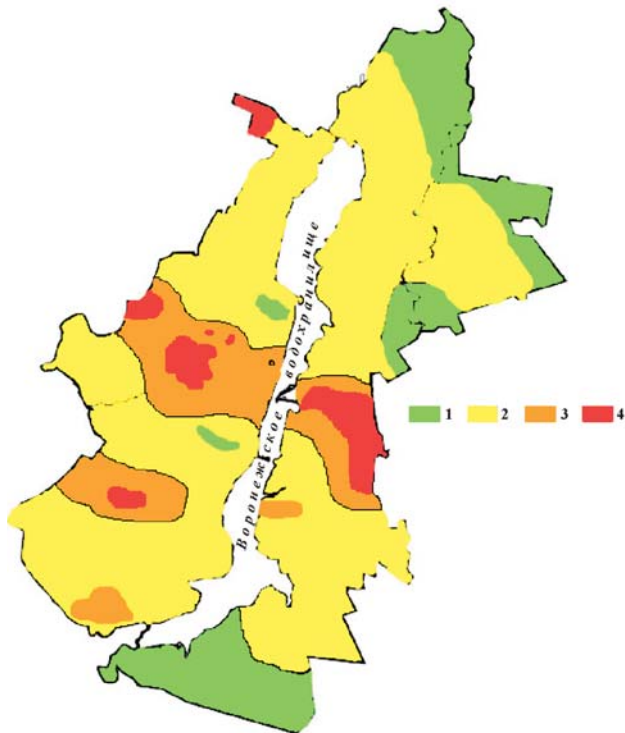


Рис. 1. Зоны ГЭР территории г. Воронеж: 1 – зона геоэкологической нормы (минимальный ГЭР, ГЭР = 2); 2 – зона угрозы геоэкологического риска (средний ГЭР, $3 \leq \text{ГЭР} \leq 5$); 3 – зона геоэкологического риска (высокий ГЭР, ГЭР = 6); 4 – зона геоэкологического кризиса (максимальный ГЭР, ГЭР = 7–8)

кая система находится в состоянии угрозы геоэкологического риска.

Подобные качественные оценки ГЭР важны для осмысления проблем, связанных со здоровьем людей и состоянием их среды обитания, а также для выработки дифференцированных природоохранных мероприятий.

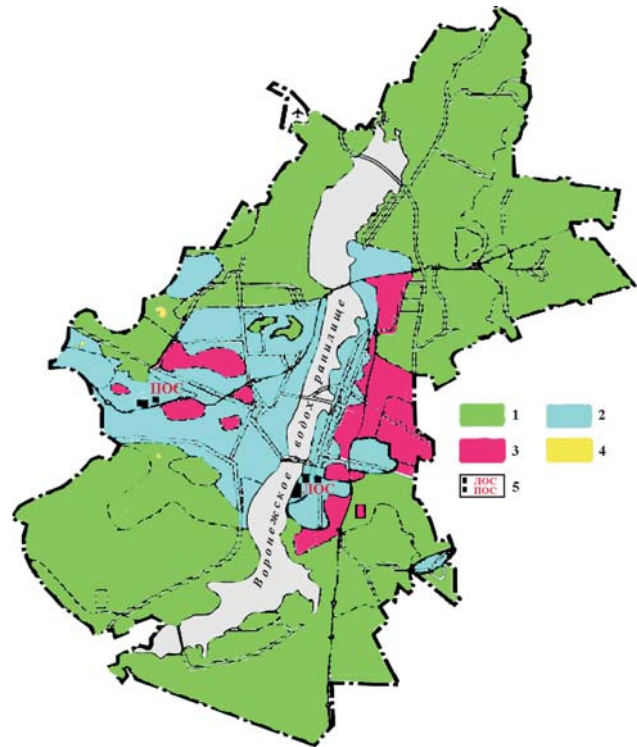


Рис. 2. Схема функциональной организации территории г. Воронеж: типы использования земель: 1 – лесохозяйственный (рекреационный); 2 – селитебный; 3 – промышленный; 4 – добывающий, горнодобывающий; 5 – левобережные очистные сооружения (ЛОС), правобережные очистные сооружения (ПОС)

Заключение

Достоинством предлагаемой методики оценки ГЭР являются проверенные многолетней практикой ее составляющие – методики [29–31]. Результаты оценки ГЭР подтвердили высокую значимость соединений азота в формировании на территории г. Воронеж зон геоэкологического риска. Качественный балльный подход дает возможность владения общей ситуацией, позволяет рассматривать даже условно удовлетворительное состояние геоэкологической системы с точки зрения угрозы риска, определяет приоритетность и эффективность природоохранных мероприятий, что особенно актуально для крупных городских агломераций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ананьев Г. С.* Методология изучения катастрофических процессов рельефообразования и вопросы эколого-геоморфологического риска : обзор картографирования природных опасностей и стихийных бедствий / Г. С. Ананьев. – М., 1992. – С. 54–59.
2. *Бахирева Л. В.* Геологический и геохимический риск как критерий геоэкологического нормирования территорий / Л. В. Бахирева [и др.] // История взаимодействия общества и природы : факты и концепции : тез. докл. – М., 1990. – Ч. 1. – С. 98–102.
3. *Kolluru R. V.* Health Risk Assessment : Principles and Practices / R. V. Kolluru // Risk Assessment and Management Handbook. For Environmental, Health, and Safety Professionals. – New York, 1996. – P. 123–151.
4. *Molak V.* Introduction and Overview / Molak V. // Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management. – Boca Raton, 1997. – P. 1–10.
5. *Rowe W. D.* An Anatomy of Risk / W. D. Rowe. – Malabar, Florida, 1988. – 416 p.
6. *Chicken J. C.* Differences Between Industries in the Definition of Acceptable Risk / J. C. Chicken, S. A. Harbison // New Risks. – New York, 1990. – P. 123–128.
7. *Cohen B. L.* Catalog of Risks Extended and Updated / B. L. Cohen // Health Physics. – 1991. – Vol. 61. – P. 89–96.
8. *Cohen B. L.* The Nuclear Energy Option. An Alternative for the 90s / B. L. Cohen. – New York, 1990. – 320 p.
9. *Goedkoop M.* The Eco-indicator 95. Final Report. Utrecht, The Netherlands. 1995.
10. *Goedkoop M., Spriensma R.* The Eco-indicator 99. A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment. Methodology Report. Amersfoort, The Netherlands, 2000.
11. Природные опасности России : монография : в 6 т. / ред. В. И. Осипов, С. К. Шойгу. – М. : Крук, 2003. – Т. 6. Оценка и управление природными рисками. – 316 с.
12. Стратегические риски России : монография / под ред. Ю. А. Воробьева; МЧС России. – М. : Деловой экспресс, 2005. – 392 с.
13. *Осипов В. А.* Социально-экономические проблемы управления природопользованием / В. А. Осипов. – Тюмень : Изд-во Тюмен. гос. ун-та, 1999. – 240 с.
14. *Израэль Ю. А.* Экология и контроль состояния среды / Ю. А. Израэль. – М. : Гидрометеиздат, 1984. – 204 с.
15. *Куролап С. А.* Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С. А. Куролап, Н. П. Мамчик, О. В. Клепиков. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2006. – 220 с.
16. *Чубирко М. И.* Оценка риска для здоровья населения : учебно-методическое пособие / М. И. Чубирко, Н. П. Мамчик, С. А. Куролап. – Воронеж : Воронеж. гос. ун-т, 2002. – 43 с.
17. *Кофф Г. Л.* Очерки по геоэкологии и инженерной геологии Московского столичного региона / Г. Л. Кофф. – М. : Знание, 1997. – 185 с.
18. *Кофф Г. Л.* Общие принципы оценки устойчивости городской среды / Г. Л. Кофф, Л. С. Кожевина, А. Д. Жигалин // Тр. МГУ. – М., 1977. – Вып. 4: Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – С. 54–64.
19. *Котлов Ф. В.* Антропогенные геологические процессы и явления на территории города / Ф. В. Котлов. – М. : Знание, 1977. – 264 с.
20. *Котлов Ф. В.* Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека / Ф. В. Котлов. – М. : Знание, 1978. – 263 с.
21. Теория и методология экологической геологии / ред. В. Т. Трофимов. – М. : Знание, 1997. – 368 с.
22. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья. Опыт применения методологии оценки риска в России // Тр. консульт. центра по оценке риска Гарвардского ин-та междунар. развития. – М., 1997–1998. – Вып. 1–6.
23. *Курбатова А. С.* Природный риск для городов России / А. С. Курбатова, С. М. Мягков, А. А. Шныпарков. – М. : НИИПИ экологии городов, 1997. – 240 с.
24. *Косинова И. И.* Влияние транспортных выбросов на здоровье населения крупных городских агломераций (на примере г. Воронеж) : монография / И. И. Косинова, Н. Р. Кустова // Наука и техника транспорта : журн. – 2007. – № 3. – С. 65–70.
25. *Соколов О. А.* Все о нитратах / О. А. Соколов. – М. : Академия, – 1992. – 56 с.
26. *Соколов О. А.* Нитраты в окружающей среде / О. А. Соколов, В. М. Семенов, В. А. Агеев. – М. : Академия, 1988. – 316 с.

27. Строганова Л. Н. Анализ направленности техногенной трансформации объектов окружающей среды в пределах промышленной агломерации / Л. Н. Строганова, М. Н. Бугреева // Школа экологической геологии и рационального природопользования : журн. – 2001. – № 5. – С. 151–152.

28. Косинова И. И. Техногенное преобразование природной среды территории г. Воронежа и его экологические последствия / И. И. Косинова, Н. В. Крутских, Н. Р. Кустова. – М. : РГОТУПС, 2007. – 172 с.

Косинова Ирина Ивановна – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующая кафедрой «Экологическая геология», Воронежский государственный университет, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Кустова Наталья Ринатьевна – старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и техносферная безопасность», Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, e-mail: nkustova@rambler.ru

29. Теория и методология экологической геологии / под ред. В. Т. Трофимова. – М. : Академия, 1997. – 368 с.

30. Легенда Воронежской серии листов Государственной геологической карты РФ масштаба 1 : 200 000 : эколого-геологическая карта. – М. : Высш. шк., 1998. – 47 с.

31. Методика влияния концентраций озона на здоровье детского населения. – Минск : Новое знание, 2005. – 14 с.

Kosinova Irina Ivanovna – Doctor of Geology and Mineralogy, Professor, Head of a Faculty «Ecological Geology», Voronezh State University, e-mail: kosinova777@yandex.ru

Kustova Natalya Rinatyevna – Teach of Department «Engineering Ecology and accident Prevention», Russian State Open Technical University of Railway Transport, e-mail: nkustova@rambler.ru