

КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ С ИНТЕНСИВНОЙ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ

Г. В. Зибров, В. М. Умывакин*, Д. А. Иванов*,
Д. А. Матвиец, Н. А. Минаева

Военный авиационный инженерный университет (г. Воронеж)

** Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 15 октября 2009 г.

Аннотация. *Рассматриваются методологические и методические аспекты контроля геоэкологической опасности территорий с интенсивным техногенным воздействием на основе нелинейной интегральной оценки качества окружающей среды.*

Ключевые слова: *качество окружающей среды, геоэкологическая опасность территорий, интегральная оценка экологического риска антропогенной деятельности*

Abstract. *Considered methodological and methodical aspects of the geoecological danger of territory with intensive technogenous influence on the base of nonlinear integral estimates of the environmental quality.*

Key words: *the environmental quality, the geoecological danger of territory, the integral estimation of the ecological risk of the anthropogenous activity*

Введение

В соответствии с «Экологической доктриной Российской Федерации» (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31.08.2002 г. № 1225-р) одной из ее основных задач «является обеспечение экологической безопасности потенциально опасных видов деятельности, реабилитация территорий и акваторий, пострадавших в результате техногенного воздействия на окружающую среду». Существующая и прогнозируемая экологическая ситуация в ряде регионов России является напряженной и недостаточно контролируемой. В результате интенсивной техногенной нагрузки усиливается деградация и загрязнение окружающей природной среды, что приводит к снижению экологической безопасности территорий и, следовательно, снижению уровня и качества жизни населения.

Понятие «безопасность» не существует без антонима «опасность» [1]. В работе [2] «опасность» определяется как «возможность наступления нега-

тивных или катастрофических событий», количественной мерой которой является вероятность наступления этих событий. При этом под «безопасностью» понимается «приемлемый уровень опасности, зависящей от затрат на ограничение действия иницирующих опасность факторов».

В ФЗ РФ № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» ведущим принципом является презумпция экологической опасности для всех видов намечаемой хозяйственной и иной деятельности. Согласно «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» (утв. приказом Минприроды России от 29 декабря 1995 г. № 539), «Опасность экологическая – вероятность ухудшения показателей качества природной среды (состояний, процессов) под влиянием природных и техногенных факторов, представляющих угрозу экосистемам и человеку».

В дальнейшем под экологической безопасностью территорий понимается допустимый уровень (мера) геоэкологической опасности – возможность потери качества окружающей среды в результате действия антропогенных и природных факторов.

© Зибров Г. В., Умывакин В. М., Иванов Д. А., Матвиец Д. А., Минаева Н. А., 2009

1. Квалиметрический подход к оценке геоэкологической опасности территорий

Для контроля экологической безопасности / опасности территорий необходима интегральная оценка качества / некачественности окружающей среды, отражающая соответствие / несоответствие результата хозяйственной и иной деятельности установленным природоохранным требованиям (нормативам и стандартам).

Как правило, на практике используются два вида интегральных оценок качества сложных систем: линейная (аддитивная) $F_1 = \sum_{j=1}^M \lambda_j y_j$ и мультипликативная $F_2 = \prod_{j=1}^M y_j^{\lambda_j}$.

Здесь y_j – j-й частный показатель качества (ПК), а λ_j – его весовой коэффициент, $j = 1, 2, \dots, M$.

Однако эти оценки обладают определенными недостатками, а именно: 1) отсутствует возможность содержательной интерпретации – чаще всего линейная свертка F_1 частных ПК не имеет никакого конкретного системного (эколого-экономического) смысла, когда ПК являются неоднородными (разноименными) и / или имеют различную размерность; 2) отсутствует возможность вероятностной интерпретации, что необходимо для формализации определенных понятий экологического законодательства и эколого-географических исследований. Например, в «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» используется определение «Риск экологический – вероятность возникновения неблагоприятных для природной среды и человека последствий осуществления хозяйственной и иной деятельности»; 3) не учитывают экологических требований (нормативов) к качеству территорий и, следовательно, не выполняют основной функции экологической экспертизы – контроля выполнения природоохранных требований к результату намечаемой хозяйственной деятельности.

В настоящей работе предлагается квалиметрический подход к нелинейной (неаддитивной) интегральной оценке экологической опасности территорий типа «обобщенный риск невыполнения нормативных природоохранных требований к качеству окружающей среды».

Будем считать, что качество окружающей среды (ОС) описывается фиксированным набором частных показателей y_1, y_2, \dots, y_M . При этом предполагается, что чем меньше значение частного j-го ПК (в пределах определенного диапазона), тем лучше геоэкологическое состояние территорий.

Введем частные абсолютные и относительные оценки качества / некачественности ОС, обладающие следующими свойствами:

1) абсолютная оценка качества μ_j по j-му ПК является безразмерной величиной – функцией $\mu_j = \mu_j(y_j)$, принимающей значения из интервала $[0, 1]$. Данная функция может иметь следующий вид:

$$\mu_j = (y_j - y_j^{\min}) / (y_j^{\max} - y_j^{\min}), j = 1, 2, \dots, M.$$

Здесь y_j^{\min} и y_j^{\max} – соответственно минимальное и максимальное возможные значения (нижняя и верхняя границы возможного диапазона) j-го ПК;

2) относительная оценка качества / некачественности ОС $d_j = d_j(\mu_j, \varepsilon_j)$ является функцией двух переменных – абсолютной оценки μ_j и нормативного требования ε_j к качеству ОС по j-му ПК;

3) нормативный уровень ε_j может быть определен по формуле:

$$\varepsilon_j = (y_j^* - y_j^{\min}) / (y_j^{\max} - y_j^{\min}),$$

где y_j^* – предельно-допустимое значение (норматив) j-го ПК. Требования к качеству ОС выполняются при $\mu_j \geq \varepsilon_j$, т. е. при $y_j \leq y_j^*$;

4) при выполнении требований $0 \leq d_j(\mu_j, \varepsilon_j) \leq 1$. Частная оценка d_j минимальна: а) при отсутствии всяких требований ($d_j = 0$ при $\varepsilon_j = 0$ и $\mu_j > 0$); б) при предельно возможном качестве независимо от требований ($d_j = 0$ при $\mu_j = 1$ и $\mu_j > \varepsilon_j$). Оценка принимает максимальное значение при предельно низком допустимом качестве ($d_j = 1$ при $\mu_j = \varepsilon_j \neq 0$).

Таким образом, частная оценка d_j некачественности (оценка геоэкологической опасности) территорий может быть интерпретирована как мера несоответствия достигнутого качества ОС μ_j и предъявляемого к качеству нормативного требования – уровня ε_j . Такое определение качества ОС соответствует «ГОСТ Р-ИСО 9000-2001. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», в котором качество определяется как «степень соответствия присущих системе характеристик требованиям».

В работе [3] на основе вероятностной интерпретации показано, что при $\mu_j \geq \varepsilon_j$ вышеуказанным условиям 1) – 4) удовлетворяет единственная функция d_j вида:

$$d_j = [\varepsilon_j(1 - \mu_j)] / [\mu_j(1 - \varepsilon_j)]. \quad (1)$$

При этом интегральные оценки d некачественности ОС, которые имеют смысл «обобщенной геоэкологической опасности территорий», вычисляются по формуле [3]:

$$d = 1 - \prod_{j=1}^M (1 - d_j)^{\lambda_j}, \quad (2)$$

где λ_j – весовые коэффициенты относительной важности частных оценок d_j , удовлетворяющие условию нормировки: $\sum_{j=1}^M \lambda_j = 1, \lambda_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, M$.

Подчеркнем, что $0 \leq d \leq 1$. Чем меньше значение данной оценки, тем меньше геоэкологическая опасность территорий. Причем интегральная оценка d , основанная на знаниях и опыте экспертов, является измерением в порядковой (ранговой) шкале [3], что позволяет квалифицированно ее использовать для ранжирования природно-антропогенных объектов с различными уровнями экологического риска негативного техногенного воздействия на окружающую среду. В этом случае для содержательной интерпретации степени геоэкологической опасности территорий целесообразно использовать особый вид порядковых шкал – вербально-числовые шкалы [4]. В состав таких шкал включают содержательное (вербальное, словесное) описание выделенных градаций шкалы и соответствующие им числовые значения.

Наиболее широко на практике применяется вербально-числовая шкала «желательности» Харрингтона, которая приведена в таблице 1.

Данная шкала относится к психофизическим шкалам. Ее конечное назначение – установление соответствия между физическими и психологическими факторами. При этом под физическими факторами понимаются оценки качества ОС, а под психологическими – экспертные оценки желательности того или иного значения показателей геоэкологического состояния анализируемых природно-антропогенных объектов.

Числовые значения градаций шкалы Харрингтона получены на основе обработки и анализа большого объема статистических данных, что придает этой шкале достаточно универсальный характер и позволяет использовать ее различные модификации для оценки различных критериев качественного (субъективного) характера. Например, для оценки степени экологического риска необходима разработка специальной вербально-числовой шкалы. Ее построение включает два

этапа: выбор содержательных градаций (делений) шкалы и определение их числовых значений.

Рассмотрим некоторые методические вопросы расчета интегральной оценки геоэкологической опасности территорий с интенсивным антропогенным воздействием, значения которой будем использовать в качестве числовых значений соответствующей вербально-числовой шкалы.

Пусть определен перечень из N пространственных природно-антропогенных объектов (геообъектов), геоэкологическое состояние которых характеризуется M показателями качества. При этом первичная информация о качестве ОС представлена в виде таблицы (матрицы) исходных геоданных $Y = \|y_j^i\|$ с N строками и M столбцами. Элемент матрицы y_j^i является значением j -го частного натурального ПК i -го геообъекта, $j = 1, 2, \dots, M; i = 1, 2, \dots, N$.

Требуется: 1) перейти от натуральных значений y_j^i частных ПК к соответствующим безразмерным относительным частным оценкам d_j^i по j -му ПК i -го геообъекта; 2) построить интегральную оценку геоэкологической опасности d^i для всех анализируемых природно-антропогенных объектов.

Обозначим через y_j^* – предельно-допустимый (нормативный) уровень, который характеризует требование к качеству ОС по j -му ПК. Будем считать, что нормативное требование к качеству i -го геообъекта по j -му ПК выполнено, если $y_j^i \leq y_j^*$, $j = 1, 2, \dots, M$.

При наличии противоречивости и неопределенности (нечеткости) в требованиях к качеству ОС нормативные требования целесообразно задавать с некоторым «запасом» – допустимым отклонением (уступкой) $\delta_j^* > 0$, т. е. в виде: $y_j^i \leq y_j^* + \delta_j^*$, $j = 1, 2, \dots, M$.

Для расчета j -й частной оценки d_j^i геоэкологической опасности для i -го геообъекта по формуле (1) необходимо знать значения безразмерных величин μ_j^i и ε_j , являющихся соответственно абсолютной оценкой качества и нормативным требованием.

Пусть для каждого ПК заданы: 1) a_j и b_j – соответственно нижняя и верхняя границы диапазона изменения (минимальное и максимальное возмож-

Т а б л и ц а 1

Стандартные градации на шкале Харрингтона

№ п/п	Содержательное описание градаций	Числовое значение	Средняя оценка
1	очень высокая	1,00–0,80	0,90
2	высокая	0,80–0,63	0,71
3	средняя	0,63–0,37	0,50
4	низкая	0,37–0,20	0,28
5	очень низкая	0,20–0,00	0,10

ные значения); 2) y_j^* и $\delta_j^* > 0$ – соответственно нормативный уровень и допустимое отклонение. Причем $a_j \leq y_j^* + \delta_j^* \leq b_j$; 3) весовые коэффициенты λ_j частных оценок геоэкологической опасности.

Тогда можно следующим образом вычислить значения $\mu_j^i = (y_j^i - a_j) / (b_j - a_j)$ и $\varepsilon_j^i = (y_j^* + \delta_j^* - a_j) / (b_j - a_j)$. Очевидно, что $0 \leq \mu_j^i \leq 1$ при всех i и j , а $0 \leq \varepsilon_j^i \leq 1$ при $a_j \leq y_j^* + \delta_j^* \leq b_j$. Кроме того, если выполняются нормативные требования, т. е. если $y_j^i \leq y_j^* + \delta_j^*$, то $\mu_j^i \geq \varepsilon_j^i$.

После расчета величин d_j^i для каждого i -го геобъекта определяется интегральная оценка геоэкологической опасности d^i по формуле (2).

2. Построение интегральной оценки эрозионной опасности земель на речных водосборах ЦЧР

Рассмотрим вопросы практической реализации квалиметрических моделей интегральной оценки геоэкологической опасности территорий для обоснования комплекса природоохранных мероприятий на основе анализа развития процессов водной эрозии в Центральном-Черноземном регионе (ЦЧР).

Характер и интенсивность последствий антропогенного воздействия на земельные ресурсы неодинаковы в различных частях ЦЧР, что связано с типом рельефообразующих пород, особенностями почвенного покрова территории, величиной весеннего стока, масштабностью хозяйственной деятельности человека. Наиболее существенным негативным последствием является развитие почвенно-эрозионных процессов в результате нарушения естественного водного режима территории (увеличения поверхностной составляющей местного стока и сокращения сроков его формирования), обусловленного сокращением площади лесов. Под действием эрозии в почве резко изменяется водный, воздушный, питательный и тепловой режимы. В результате нарушения условий почвообразования происходит не только механическое разрушение, но и внутреннее изменение органического вещества, в частности уменьшение гумусовых кислот. В связи с этим плодородие эродированных земель резко понижается.

Площадь с.-х. земель ЦЧР составляет, по данным областных управлений сельского хозяйства, 16 824 тыс. га, или 87,4 % от всей территории. Процессам плоскостной эрозии подвержено 3393 тыс. га. Из них слабосмытые земли занимают 2201 тыс. га, средне-смытые – 892, сильносмытые – 300. Особенно много эродированных земель в Белгородской, Воронежской и Орловской областях, несколько меньше – в Курской и Липецкой, относительно мало – в Тамбовской. Не

менее интенсивно развита в ЦЧР овражная эрозия. Эрозионные процессы в ЦЧР начинают проявляться уже на очень пологих склонах (1–2°). С одного гектара в этом случае смывается до 18 м³ почвы. При крутизне 2–4° – уже до 29 м³, 4–6° – 37 м³, а 6–8° – 52 м³/га. Густота оврагов местами достигает 2 км/км² при скорости роста их вершин от 4 до 10 м за год. Наибольший ущерб эрозия земель приносит сельскому хозяйству в южных и западных частях региона. Однако густота оврагов не в полной степени характеризует оврагоопасность территории. Необходимо также одновременно учитывать количество действующих на 1 км² вершин оврагов – точек их роста в период формирования склоново-балочного стока.

Отметим, что в Белгородской области площади с.-х. угодий, подверженных процессам плоскостной эрозии, составляют от 30,3 % в Шебекинском районе до 72,7 % в Красногвардейском. Установлено, что содержащее гумуса в типичных черноземах в среднем составляет 8,6%, в обычных – 7,1 %. В эродированных почвах оно понижается: до 4,2–5,6 % – в слабосмытых, 3,4–3,5 % – среднесмытых и 2,0–2,9 % – сильносмытых черноземах. В весеннее время прирост оврагов составляет до 6 м. Густота оврагов в отдельных районах изменяется от 1,2 км/км² (Ровеньский район) до 2,0 км/км² (Валуйский район). Показатель плотности действующих вершин оврагов достигает 2,3–2,6 шт./км² в районах с наибольшим балочным расчленением территории. На рисунке 1 показаны объемные распределения смытости почв (% от площади с.-х. угодий), густоты (км/км²) и плотности оврагов (шт./км²) на территории административных районов Белгородской области.

В соответствии с бассейновой (экосистемной) концепцией в качестве анализируемых геобъектов приняты водосборы малых и средних рек Белгородской области (рисунок 1), где процессы водной эрозии развиты практически повсеместно.

На территории региона выделено 24 речных водосбора площадью от 0,8 до 3,6 тыс. км²: 1 – Илек, 2 – Пена, 3 – Ворскла, 4 – Лопань, 5 – Ивня, 6 – Псел, 7 – Сеймица, 8 – Харьков, 9 – Северский Донец, 10 – Сейм, 11 – Осколец, 12 – Короча, 13 – Нежеголь, 14 – Волчья, 15 – Козинка, 16 – Оскол, 17 – Усердец, 18 – Потудань, 19 – Камышенка, 20 – Тихая Сосна, 21 – Валуй, 22 – Черная Калитва, 23 – Ураева, 24 – Айдар.

При изучении факторов, влияющих на развитие эрозионных процессов, установлено, что интенсивность овражной эрозии и смыва почв в значительной степени определяются особенностями рельефообразующих пород и почвенного покрова, глубиной местных базисов эрозии и расчлененностью терри-

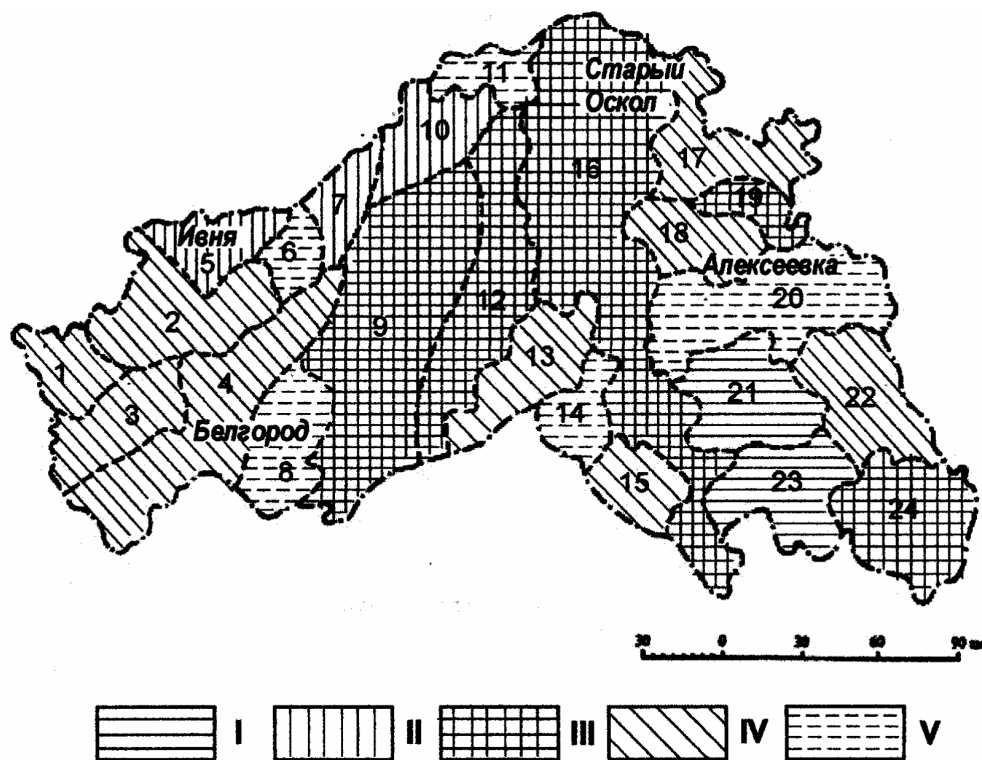


Рис. 1. Комплексное районирование Белгородской области по интенсивности почвенно-эрозионных процессов.
 Подрайоны: I – интенсивность сильная, преобладает овражная эрозия; II – интенсивность сильная, преобладает плоскостной смыв; III – интенсивность сильная, овражная эрозия и плоскостной смыв развиты в равной степени; IV – интенсивность средняя, овражная эрозия и плоскостной смыв развиты в равной степени; V – интенсивность слабая, преобладает плоскостной смыв

тории долинно-балочной сетью. Эти факторы положены в основание базового геолого-геоморфологического районирования Белгородской области. При этом на территории региона выделено три геолого-геоморфологических района.

I. Район верхнемеловых рельефообразующих пород. Он характеризуется значительным развитием плоскостного смыва, и особенно линейной эрозии.

II. Район четвертично-палеогеновых песчано-глинистых и верхнемеловых мело-мергельных рельефообразующих пород. Здесь процессы смыва почв развиты сильно, а овражная эрозия менее распространена, что связано с небольшими местными базисами эрозии и относительно высокой облесенностью территории (16 %).

III. Район четвертичных ледниковых глинисто-суглинистых, палеогеновых песчано-глинистых и мело-мергелистых верхнемеловых рельефообразующих пород.

Он отличается большей интенсивностью овражной эрозии и плоскостного смыва. Этому способствует большая глубина местных базисов эрозии и незначительная облесенность (8 %) территории.

Речные водосборы представляют собой объекты комплексного природно-хозяйственного районирования территории региона, в пределах которых

формируется водный режим (осадки, испарение, поверхностный и подземный сток), почвенно-растительный покров и развиваются процессы плоскостного смыва и овражной эрозии. Основной целью данного районирования является анализ интенсивности развития почвенно-эрозионных процессов для интегральной оценки эрозионной опасности земель и эколого-экономического обоснования комплекса водорегулирующих противоэрозионных мероприятий на уровне речного бассейна.

В перечень частных показателей качества включены: y_1 – «смытость почв с площади с.-х. угодий, %»; y_2 – «густота оврагов, км/км²»; y_3 – «плотность действующих вершин оврагов, шт./км²». Матрица исходных геоданных приведена в табл. 2.

Водосборам рек Белгородской области присуща различная интенсивность проявления эрозионных процессов. Поэтому на второй стадии комплексного районирования территории региона использовались геоинформационно-аналитические технологии (ГИАС-технологии) [3], реализующие методы компьютерной классификации и визуализации природно-хозяйственных данных. В результате их применения выделено пять территориальных классов – почвенно-эрозионных подрайонов Белгородской области (см. рис. 1).

Наиболее сильное проявление овражной эрозии отмечается в первом подрайоне, находящемся в центральной и юго-восточной части Белгородской области. Его площадь равна 13,2 тыс. км². Густота оврагов в районе достигает 0,9 км/км² (в среднем 0,65), плотность – 1,28 шт./км² (в среднем 0,94). Во втором подрайоне, который включает западную, северо-восточную и южную части региона, плоскостная и овражная эрозии проявляются в равной степени сильно.

Подчеркнем, что здесь преобладает плоскостной смыв (от 64,13 до 67,90 % от площади с.-х. угодий). В пятом подрайоне (площадь 3,36 тыс. км²) смытые почвы в среднем занимают 24,42 % площади с.-х. угодий, средняя густота оврагов составляет 0,11 км/км², а плотность оврагов – 0,92 шт./км².

Анализ результатов комплексного районирования территории Белгородской области по интенсивности почвенно-эрозионных процессов позволяет сделать вывод о возможности использования вербально-числовой шкалы Харрингтона для содержательной интерпретации интегральной оценки эрозионной опасности земель (см. таблицу 1). Исходная информация для расчета оценки d^i по формуле (2) указана в табл. 3, а ее значения – в табл. 2.

Борьба с водной эрозией является важнейшей составляющей мероприятий по комплексному ис-

пользованию и охране земель в ЦЧР. При этом основная цель заключается в снижении интенсивности плоскостной и овражной эрозии. Первоочередность и состав комплекса противоэрозионных мероприятий (КПМ) предлагается устанавливать на основе интегральной оценки эрозионной опасности земель на речных водосборах [5]. Данный комплекс включает агролесомелиоративные мероприятия и строительство простейших гидротехнических сооружений и противоэрозионных водоемов. При выборе наилучших вариантов КПМ основными целями являются максимальное снижение интенсивности плоскостной и линейной эрозии при наименьших затратах на реализацию планируемой природоохранной деятельности.

Заключение

Предлагаемые нелинейные интегральные оценки геоэкологической опасности территорий являются безразмерными относительными комплексными оценками некачественности ОС, характеризующими степень несоответствия результатов хозяйственной деятельности нормативным природоохранным требованиям, и отличаются от аналогов тем, что:

1) имеют содержательную (вербальную) и вероятностную интерпретации;

Т а б л и ц а 2

Матрица исходных геоданных и интегральная оценка эрозионной опасности земель для речных водосборов Белгородской области

Номер геообъекта, №	Смытость почв, y_1	Густота оврагов, y_2	Плотность оврагов, y_3	Эрозионная опасность, d
1	48,27	0,35	1,12	0,1836
2	37,53	0,55	0,54	0,1895
3	42,30	0,48	1,13	0,2204
4	40,75	0,48	0,80	0,1727
5	34,80	0,27	0,55	0,0747
6	34,80	0,10	1,10	0,0935
7	21,97	0,38	0,58	0,0965
8	8,68	0,11	0,92	0,0416
9	33,34	0,67	1,28	0,3986
10	33,15	0,25	0,72	0,0782
11	51,00	0,10	0,96	0,1073
12	37,46	0,60	1,12	0,2732
13	39,82	0,39	0,50	0,1194
14	8,17	0,17	0,64	0,0359
15	54,80	0,47	0,98	0,2264
16	41,82	0,73	1,15	0,3860
17	38,19	0,50	0,90	0,1896
18	49,90	0,54	1,20	0,2896
19	23,80	0,90	0,80	0,6460
20	19,45	0,10	1,00	0,0609
21	67,60	0,37	0,95	0,7756
22	49,79	0,59	0,77	0,2522
23	64,13	0,37	0,98	0,3408
24	28,34	0,61	0,80	0,2310

Экспертная информация для построения интегральной оценки
эрозионной опасности земель на речных водосборах Белгородской области

Номер ПК, j	Нижняя граница, a_j	Верхняя граница, b_j	Нормативный уровень, y_j^*	Допустимое отклонение, δ_j^*	Вес, λ_j
1	7,50	72,80	67,60	0,10	0,35
2	0,05	1,35	0,90	0,05	0,55
3	0,45	1,75	1,28	0,05	0,10

2) позволяют непосредственно учитывать экологические требования (нормативы) к качеству ОС;

3) частные показатели качества ОС могут быть измерены в различных шкалах (количественных и нечисловых);

4) учитывается неопределенность (расплывчатость) и противоречивость в требованиях к качеству ОС с помощью задания допустимых отклонений от нормативных уровней;

5) возможен учет неравноценности частных оценок геоэкологической опасности территорий на основе определения их весовых коэффициентов;

6) легко адаптируются к введению новых показателей качества и замене одних показателей другими.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов-Данильян В. И. Экологическая безопасность. Общие принципы и российский аспект / В. И. Данилов-Данильян, М. Ч. Залиханов, К. С. Лосев. – М. : МППА БИМПА, 2007. – 288 с.

Военный авиационный инженерный университет (г. Воронеж)

Г. В. Зибров, начальник, доктор педагогических наук, профессор
Тел. 8 (4732) 26-46-67 (301)

Д. А. Матвиец, преподаватель
Тел. 8 (4732) 26-46-67 (332)
E-mail: damatviec@mail.ru

Н. А. Минаева, младший научный сотрудник
Тел. 8 (4732) 26-46-67 (584)
E-mail: minaevantx@rambler.ru

Воронежский государственный университет
В. М. Умывакин, профессор, доктор географических наук
Тел. 8 (4732) 208-282
E-mail: umyvakin@mail.ru

Д. А. Иванов, доцент, кандидат геолого-минералогических наук
Тел. 8 (4732) 208-631
E-mail: ivanov@geol.vsu.ru

2. Муравых А. И. Философия экологической безопасности: опыт системного подхода / А. И. Муравых. – М. : Изд-во РАГС при Президенте России, 1997. – 180 с.

3. Умывакин В. М. Интегральная эколого-хозяйственная оценка и управление земельными ресурсами в регионе / В. М. Умывакин. – Воронеж : Изд-во ВГПУ, 2002. – 178 с.

4. Ременников В. В. Разработка управленческого решения / В. В. Ременников. – М. : ЮНИТИ-ДАТА, 2001. – 140 с.

5. Зибров Г. В. Ценностно-ориентированный подход к созданию модельных водных объектов при выработке стратегии устойчивого водопользования в речных бассейнах / Г. В. Зибров, В. М. Умывакин, А. В. Шевчук // Материалы Третьей Международ. науч.-практ. конф. «Эколого-географические исследования в речных бассейнах»; Воронеж. гос. пед. ун-т. – Воронеж : ВГПУ, 2009. – С. 78–81.

Military Aviation Engineering University (Voronezh)

G. V. Zibrov, a chief, doctor of the pedagogical sciences, professor
Tel. 8 (4732) 26-46-67 (301)

D. A. Matviec, a lecturer
Tel. 8 (4732) 26-46-67 (332)
E-mail: damatviec@mail.ru

N. A. Minaeva, a younger scientific employer
Tel. 8 (4732) 26-46-67 (584)
E-mail: minaevantx@rambler.ru

Voronezh State University
V. M. Umyvakin, a professor, doctor of the geographical sciences
Tel. 8 (4732) 208-282
E-mail: umyvakin@mail.ru

D. A. Ivanov, an assistant professor, candidate of geology-mineral sciences
Tel. 8 (4732) 208-631
E-mail: ivanov@geol.vsu.ru