

$$S = \frac{\Phi_C + \zeta_1 + \zeta_2}{2\pi \cdot K \cdot M} \cdot Q_C, \quad (25)$$

где S – понижение уровня воды в скважине;

ζ_1 – поправка на несовершенство скважины по степени вскрытия пласта;

ζ_2 – поправка на несовершенство скважины по характеру вскрытия пласта.

K – коэффициент фильтрации пласта, м/сут.

M – мощность пласта, м.

Q_C – требуемый дебит, м³/сут.

$$\Phi_C = \ln \frac{l_{crd}}{2\pi \cdot r_{crd}} + \frac{\pi \cdot R}{l_{cke}} = \ln \frac{l_{crd}}{\pi \cdot d_1} + \frac{\pi \cdot R}{l_{cke}}, \quad (26)$$

где R – радиус влияния скважины, м;

r_c – радиус скважины

$$R = 1,5\sqrt{a \cdot t}, \quad (27)$$

где a – коэффициент пьезопроводности пласта;

t – расчетное время эксплуатации скважины от включения ее в работу, сут.

Подставляя формулы (25-27) в формулу (24), получим

$$\frac{\ln \frac{l_{crd}}{\pi \cdot d_1} + \frac{1,5\pi \cdot \sqrt{a \cdot t}}{l_{cke}} + \zeta_1 + \zeta_2}{2\pi \cdot K \cdot M} \cdot Q_C \leq S_{доп}. \quad (28)$$

УДК 504.064.2(476)

Лис Л.С., Козловская Т.Н.

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КЛЮЧЕВЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РАЙОНОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Проблема оценки экологического состояния территориальных единиц помимо методологических аспектов имеет важное практическое значение при анализе способов природопользования различных ведомств, при планировании мероприятий по охране окружающей среды территорий различного уровня. Предложенные в настоящее время методы оценки [1–3, 5] характеризуются широким набором используемых показателей, во многих случаях достаточно сложны в информационном обеспечении и реализации, некоторые из них предоставляют недостаточно объективные и противоречивые результаты. В этой связи в данной проблеме важно развитие таких подходов, которые бы сделали возможным получение комплексных количественных показателей, отражающих многообразие структуры и взаимосвязей (взаимодействий) в оцениваемом природно-территориальном комплексе.

Следует отметить, что проблема оценки состояния достаточно сложна и многовариантна, что обусловлено сложностью предмета оценки — территориального комплекса как социально-экономической системы, характеризующейся большим набором параметров разнообразной природы и размерности. Кроме того, недостаточен научно-теоретический багаж по выявлению взаимосвязей основных звеньев этой системы, обеспечивающий получение достоверных результатов их взаимодействия и взаимовлияния в процессах функционирования и развития.

Лис Леонид Сергеевич, к.т.н., ст. научный сотрудник, ученый секретарь Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси.

Козловская Тамара Николаевна, младший научный сотрудник отдела научно-технической информации и зарубежных связей Института проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси.

Беларусь, ИПИПРЭ, 220114, г. Минск, Староборисовский тракт, 10.

В соответствии с требованиями СНБ разница в диаметрах труб должна быть не менее 50мм. Логично, что диаметр бурения будет не менее диаметра трубы. Поэтому функциональные ограничения можно записать в виде:

$$d_2 - d_1 \geq 50$$

$$d_B \geq d_2$$

где d_1, d_2, d_B – диаметры соответственно внутренней, наружной труб и долота для бурения.

Таким образом, разработана оптимизационная модель проектирования водозаборных скважин. Модель представляет собой однокритериальную задачу. Оптимизируемыми параметрами в данной постановке задачи являются диаметры труб, долота и глубина скважины. При этом потребитель не только должен получить обеспечение водными ресурсами, но и затратить минимум средств на строительство и эксплуатацию.

Для ее реализации можно использовать различные методы однокритериальной оптимизации, так же как и различные пакеты прикладных программ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Системы питьевого водоснабжения с водозаборными скважинами: Планирование, проектирование, строительство и эксплуатация: Монография / А.Д. Гуринович. – Мн.: УП «Технопринт», 2004. – 244с.
2. СНБ 8.03.104-2000 Ресурсно-сметные нормы на строительные конструкции и работы. Сборник 4. Скважины

Таблица 1. Итоговые расчетные данные экологического состояния территориальных единиц базового региона

Район	Индекс природно-экологического потенциала									$I_{нпн}$
	Коэффициенты биосферной значимости природных образований (левый столбец) и их доли в значении $I_{нпн}$ (правый)									
	$K_{лес+охр}$		$K_{луг}$		$K_{в.о.}$		$K_{бол}$		$K_{общ}$	
Брестский	0,76	0,59	0,73	0,05	0,80	0,04	0,29	0,02	0,79	0,417
Каменецкий	0,78	0,59	0,76	0,33	0,62	0,03	0,33	0,05	0,62	0,387
Пружанский	0,82	0,62	0,85	0,26	0,63	0,02	0,42	0,10	0,72	0,571
Хозяйственная освоенность										
	Уровень хозяйственной нагрузки (% территории – левый столбец) и их доля в значении $I_{хо}$ (правый столбец)									$I_{хо}$
	Промышленная		Сельскохозяйственная		Транспортная		Демографическая			
Брестский	2,24	0,044	28,1	0,547	15,6	0,304	5,4	0,105		0,513
Каменецкий	1,8	0,037	36,3	0,752	3,43	0,071	6,7	0,139		0,483
Пружанский	1,9	0,053	25,7	0,719	3,45	0,096	4,7	0,130		0,357
Структурные характеристики										
	$K_{разд}^{кр}$		$K_{разд}^{загр}$		$m_{эс}$					
Брестский	4,1		3,2		8,8					
Каменецкий	3,3		2,8		5,9					
Пружанский	4,2		2,9		7,8					

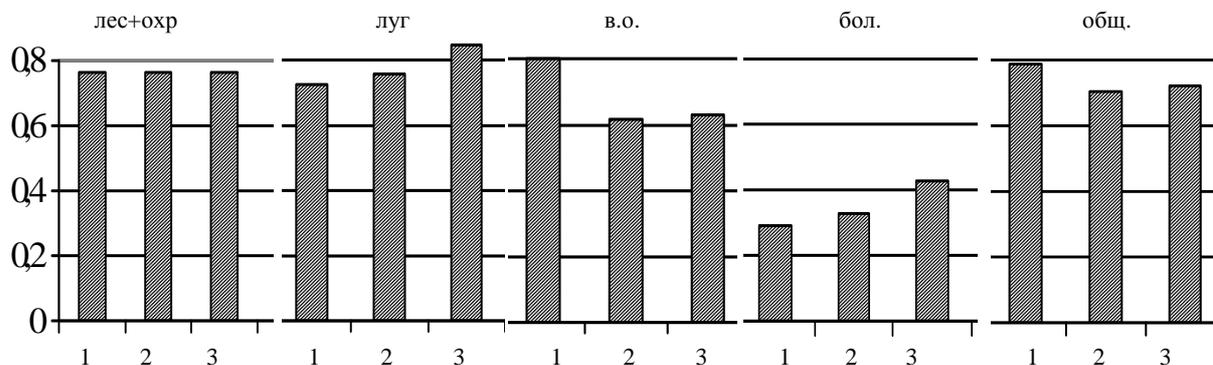


Рис. 1. Диаграмма значений коэффициента биосферной значимости природных образований: 1 – для Брестского, 2 – Каменецкого и 3 – Пружанского районов

трансформации и конкретными условиями местообитания, а количественная оценка производится с помощью балльной системы по определяющим характеристикам и параметрам конкретных образований или их выделов:

$$K_i = \sum B_i / 5n, i = 1, n,$$

где B_i – оценочный балл по реальным характеристикам отдельного природного образования, определяющим эффективность выполнения им биосферных функций; n – число учитываемых характеристик объекта.

Хозяйственная освоенность характеризуется количественным индексом ($I_{хо}$), представленным суммарной площадью зон воздействия техногенных нагрузок – промышленной, сельскохозяйственной, транспортной и демографической. Установление этих зон осуществляется по ряду определяющих показателей, характеризующих отмеченные нагрузки, на основании балльных оценок степени воздействия на природную среду. Предложенные показатели – индексы $I_{нпн}$ и $I_{хо}$ даны в относительном виде и представляют собой долю скорректированных природных образований (в первом случае) и долю загрязненных зон (во втором) в общей территории оцениваемой единицы. В качестве дополнительных показателей оценки использованы параметры структурной организации территории, характеризующие степень взаимодействия и взаимовлияния выделенных «полярных» зон – природных ком-

плексов и зон хозяйственной освоенности. Это – коэффициент экологической раздробленности, представляющий собой усредненную площадь таких зон и определяемый с использованием картографических материалов отдельно по природным образованиям ($K_{разд}^{нп}$) и загрязненным зонам ($K_{разд}^{загр}$), а также мера экологической сопряженности (разнесенности в пространстве) этих зон ($m_{эс}$).

Для реализации разработанной системы оценки выбрана в качестве базовой Брестская область. При этом выбор сориентирован на административные территориальные единицы, что обусловлено тем, что такой территориальный ранг наиболее приближен к практическим задачам природопользования и охраны окружающей среды, а необходимые информационные ресурсы также формируются в пределах этих территориальных единиц. В качестве ключевых районов с учетом необходимости формирования обширной базы данных выбраны Брестский, Каменецкий и Пружанский районы. Выбор ключевых объектов в виде соседствующих административных районов нами основывается на представлении о том, что исходные природные позиции ввиду территориальной близости, могут быть в некотором смысле однозначными, а полученные различия будут отражать уровень социально-экономического развития выбранных территориальных единиц.

Таблица 2. Распределение значений показателей оценки по рангам экологического состояния

Показатель оценки	Ранг экологического состояния				Весовой коэффициент
	напряженное (неудовлетворительное)	ниже нормы	нормальное	благоприятное	
$I_{нзн}$	< 0,30	0,30–0,40	0,40–0,50	> 0,50	0,3
$I_{хо}$	> 0,50	0,50–0,40	0,40–0,30	< 0,30	0,3
$K_{разд}^{нр}$	2,5–3,0	3,0–3,5	3,5–4,0	> 4	0,15
$K_{разд}^{загр}$	> 5,0	5,0–4,0	4,0–3,0	< 3,5	0,15
$m_{эс}$	< 6,0	6,0–7,0	7,0–8,0	> 8,0	0,10

В табл. 1 приведены расчетные итоговые показатели экологического состояния ключевых административных районов. Проведем анализ полученных результатов.

Индекс природно-экологического потенциала. В таблице приведены значения коэффициента биосферной значимости по категориям природных образований и весовые коэффициенты их вклада в суммарное значение индекса ПЭП.

Полученные результаты имеют частично значимые различия, коэффициент вариации составляет 22,3 %, что можно классифицировать как средние значения отличий. Чем же обусловлены такие различия. Во-первых, различиями в коэффициенте биосферной значимости: по естественным лугам, водным объектам и болотным экосистемам. Во-вторых, относительной территориальной долей природных комплексов в общей территории объектов: низкие площади естественных лугов в Брестском районе и сравнительно высокой долей болотных массивов в Пружанском районе. Наибольшие вариации коэффициента биосферной значимости отмечаются для естественных лугов и водных объектов. Достаточно низкие значения K_i присущи болотным экосистемам в связи со значительными объемами осушенных торфяных месторождений.

Обобщенный $K_{общ}$ рассчитанный как средневзвешенный по имеющимся площадям природных комплексов в каждом районе, в значительной мере сгладил различия их категорий. В результате чего существенных отличий по анализируемым районам по этому показателю не наблюдается, а отмеченные различия по $I_{нзн}$ обоснованы только разницей в территориальной доле природных образований в общей площади анализируемых объектов.

Индекс хозяйственной освоенности. Если для комплексного показателя $I_{нзн}$ его составляющие дают различный вклад в его значение, определяемый коэффициентами биосферной значимости, то в формировании показателя $I_{хо}$ все рассматриваемые нагрузки приняты равнозначными. Общая выборка в разрезе видов нагрузки (табл. 1) имеет различные виды варьирования: от аномально высоких по сельскохозяйственной и транспортной до незначительных – по промышленной и демографической. Следует отметить, что наибольший вклад в общий показатель $I_{хо}$ вносит сельскохозяйственная нагрузка по всем районам, причем она самая высокая для Каменецкого района за счет высокой доли пахотных земель, высоких доз вносимых удобрений и значительного количества сельскохозяйственных животных. Высокое значение отмечается для транспортной нагрузки в Брестском районе, обеспечивающем транспортные связи Беларуси и России с Западом.

По демографической нагрузке из ключевых районов выделяется Каменецкий район из-за максимального количества сельских населенных пунктов.

Полученные результаты оценки позволяют произвести раздельное ранжирование исследуемых территориальных единиц по благополучию природно-экологического потенциала и уровню хозяйственных нагрузок.

Для выполнения совместной оценки территориальных единиц по всем предлагаемым в системе оценки показателям

принимаем четыре качественных уровня экологического состояния: напряженное (неудовлетворительное), ниже нормы, нормальное, благоприятное (хорошее), которые приняты в практической работе специалистами.

Принятым рангам сопоставим интервалы полученных показателей оценки экологического состояния, используя разбиение диапазонов изменений этих показателей с учетом всего базового региона, табл. 2.

В качестве обобщенного критерия оценки используем линейную взвешенную функцию меры [5]:

$$H_i = \alpha_k \Phi_k(O_i), (K \in 1, 5),$$

где α_k – весовой коэффициент показателя системы оценки, определяющий его значимость в построении всей системы оценки; $\Phi_k(O_i)$ – функция меры для рангов экологического состояния, которую выразим количественно симметричной шкалой:

O_1 – (напряженное) = –3; O_2 – (ниже нормы) = –1; O_3 – (нормальное) = +1; O_4 – (благоприятное) = +3.

После выполнения нормирования весовых коэффициентов обобщенный критерий оценивания примет значения введенной логической функции меры с установленными пределами:

- для O_1 – экологическое состояние неудовлетворительное (напряженное):

$$-3 \leq H_1 < -1;$$

- для O_2 – экологическое состояние ниже нормы:

$$-1 \leq H_2 < 0;$$

- для O_3 – экологическое состояние нормальное:

$$0 < H_3 \leq +1;$$

- для O_4 – экологическое состояние хорошее (благоприятное):

$$+1 < H_4 \leq +3.$$

На таких принципах произведен расчет обобщенного критерия оценки экологического состояния для исследуемых административных районов, результаты которого для наглядности представлены на диаграмме, рис. 2. Здесь же дан вклад в обобщенный критерий показателей экологического состояния всей системы оценки.

Полученные результаты позволяют выполнить обобщенные оценки по состоянию территорий ключевых районов. Брестский район находится в зоне нормального экологического состояния, однако значение обобщенного критерия невелико, что вынуждает здесь вести взвешенную политику по охране окружающей среды. Такое состояние, как видно из рис. 2, складывается за счет высокой техногенной нагрузки и мозаичности в распределении природных элементов на территории.

Каменецкий район оказался в зоне экологического состояния ниже нормы, что объясняется недостаточно высоким природным потенциалом и значительным уровнем техногенной нагрузки. Здесь следует отметить недостаточную разнородность в пространстве «полярных» зон, характеризующую мерой экологической сопряженности. Такое положение требует неоткладных мероприятий, в том числе и внедрения в хозяйственной деятельности экологически безопасных технологий.

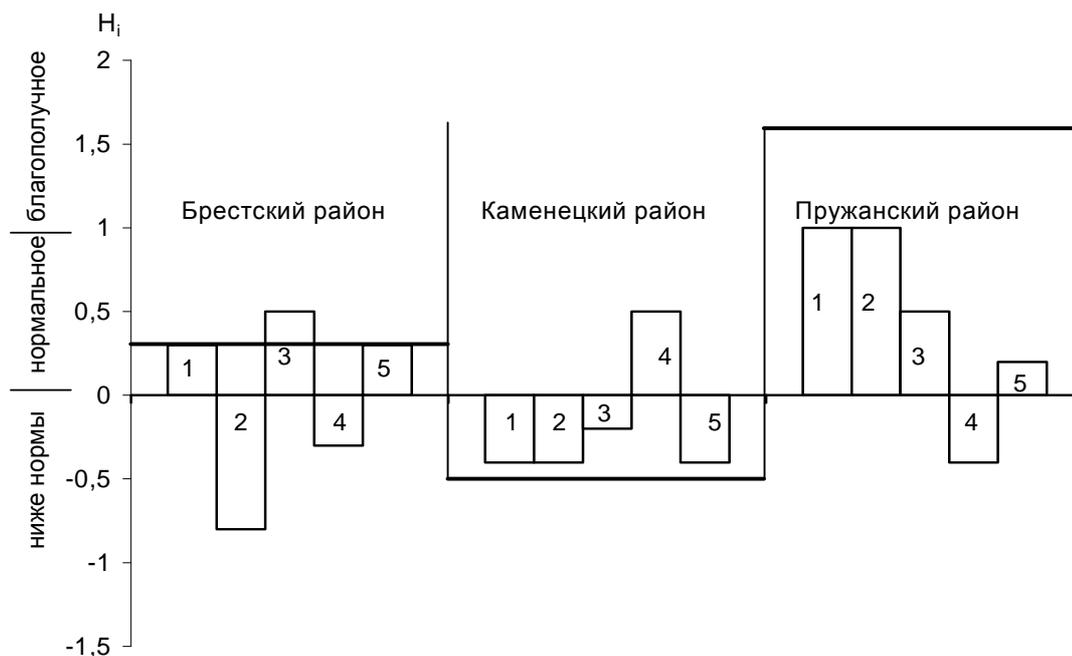


Рис. 2. Диаграмма распределения ключевых районов Брестской области по рангам экологического состояния (вклад в обобщенный критерий H_i показателей оценки: 1 – $I_{нпн}$; 2 – $I_{хс}$; 3 – $K^{np}_{разд}$; 4 – $K^{загр}_{разд}$; 5 – $m_{эс}$).

Пружанский район причислен к благоприятному экологическому состоянию в связи с высокой емкостью природных элементов и сравнительно низкой техногенной нагрузкой. Этот территориальный объект имеет достаточный резерв природного потенциала и может рассматриваться как перспективный для развития хозяйственной деятельности.

Таким образом, предложенная система комплексной оценки экологического состояния территорий локального уровня позволяет выполнять объективные количественные оценки, что может быть использовано в практической работе при планировании развития территориальных объектов и управлении состоянием окружающей среды

УДК 628.166

Гуринович А.Д., Белая А.В.

ВОПРОСЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ДЕЗИНФЕКЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Обеспечение населения доброкачественной питьевой водой в необходимом количестве является одной из важнейших проблем человечества, которая чрезвычайно обострилась в последнее время в связи с нарастающим загрязнением водных источников из-за недостаточного контроля сброса в них сточных вод. В то время как многие страны испытывают острый дефицит воды, Республика Беларусь в состоянии обеспечить население питьевой водой в требуемом объеме, однако качество ее не всегда соответствует действующим отечественным и международным стандартам, что ставит под угрозу здоровье населения. Около половины населения Республики сегодня потребляет для питьевых нужд воду, не соответствующую санитарно-гигиеническим требованиям по целому ряду показателей (железо, мутность, цветность, аммиак, нитраты,

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Исаченко А. Г. Экологический потенциал ландшафта. // Известия ВГО. Т.123, Вып. 4. 1991. С. 305—316.
2. Основы эколого-географической экспертизы: Сб. ст. / МГУ: Под ред. К. Н. Дьяконова, Т. В. Звонковой. – М., 1992. – 240 с.
3. Заиканов В. Г., Минакова Г.Б., Смирнова Е.Б. Количественная оценка геоэкологического потенциала природных и природно-техногенных систем разного уровня // Геоэкология. 1996. – № 3. – С. 134–138.
4. Лис Л. С. Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов (локальный уровень). – Минск: Принт групп, 2004. – 109 с.
5. Яцык А. В. Экологические основы рационального природопользования. – Киев: Генеза, 1997. – 640 с.

микробиологические загрязнения др.), что ухудшает состояние здоровья и уменьшает продолжительность жизни людей.

При оценке степени риска здоровью в зависимости от природы нежелательных примесей в воде, наиболее важную роль играют микробиологические загрязнения. Так, исследования доктора Роберта Тардиффа (США) показали, что опасность заболеваний от микробиологических загрязнений воды во много тысяч раз выше (до 100 000 раз), чем при загрязнении воды химическими соединениями различной природы.

Известно большое количество патогенных микроорганизмов (вирусов, бактерий простейших), которые загрязняют подземные воды. Данные о некоторых из них, а также сведения о заболеваниях, которые вызывают эти микроорганизмы, диагностические признаки приведены в таблице 1.

Белая Алла Викторовна, аспирант каф. водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения Брестского государственного технического университета.
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.