

где k_a и n_a – коэффициент фильтрации и активная пористость отложений в зоне аэрации; W – интенсивность инфильтрации (по результатам моделирования $W_1=1,6 \cdot 10^{-4}$, $W_2=2,2 \cdot 10^{-4}$, $W_3=2,7 \cdot 10^{-4}$ м/сут).

Время конвективного массопереноса для каждой площади при значениях указанных параметров равно: $t_{a1}=34$, $t_{a2}=1600$, $t_{a3}=3940$ сут. Далее загрязнение мигрирует в зоне неполного водонасыщения в области воронки депрессии в грунтовом горизонте, представленном в основном слабопроницаемыми отложениями, в связи с чем поток здесь можно считать вертикальным. Время миграции загрязнения определим выражением

$$t_n = m_n n_g / W,$$

где m_n и n_g – средняя мощность и активная пористость пород грунтового горизонта в области воронки депрессии.

По результатам решения геофильтрационной задачи на настоящий момент среднее значение снижения уровня грунтовых вод в области расположения источников загрязнения составляет 4 м, а среднее значение $W=2,2 \cdot 10^{-4}$ м/сут. Время миграции в зоне неполного водонасыщения равно 4500 сут. На основе комплексирования методов расчета (аналитический и моделирования) установлено, что полное время переноса загрязнения от земной поверхности до уровня грунтовых вод в среднем составит 6100 сут (около 17 лет), а изменения качества подземных вод днепровско-сожского комплекса следует ожидать через 25 лет.

На основе математических моделей гидродинамических и гидрохимических параметров водоносных горизонтов в условиях интенсивного водоотбора дана эффективная оценка и сделан прогноз геоэкологических последствий эксплуатации подземной гидросферы. Установлены особенности пространственной дифференциации и количественные показатели депрессионных воронок уровня грунтовых и напорных вод, деформации земной поверхности в пределах действующих водозаборов. Геомиграционное моделирование позволяет оценить изменение химического состава и качества подземных вод при эксплуатации месторождений.

1. Губин В. Н., Ковалев А. А., Сладкопевцев С. А., Ясовеев М. Г. Экология геологической среды. Мн., 2002.
2. Гудак С.П., Курило К.А., Аношко Я.И., Пушкина С.А. // Природопользование и охрана окружающей среды. Мн., 1998. С. 39.
3. Полезные ископаемые Беларуси. Мн., 2002.
4. Курило К. А. // Природные ресурсы. 2000. № 4. С. 34.
5. Губин В.Н., Фадеева М.В., Волков В.Е. Методика среднemasштабного эколого-геологического картографирования. Мн., 1994.
6. Шестаков В.М., Кравченко И.П., Штенгелов Р.С. Практикум по динамике подземных вод. М., 1987.

Поступила в редакцию 17.06.2003.

Валерий Николаевич Губин – доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой динамической геологии.

Казимир Адольфович Курило – кандидат геолого-минералогических наук, заведующий отделом мониторинга геологической среды БелНИГРИ.

УДК 911.2:551.4

С.И. КУЗЬМИН

ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ АГРАРНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛАРУСИ (ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

Problems of agrarian nature use organization are considered in the article. The assessment of soil and geomorphological factors influence on the territorial organization of agrilandscapes is developed as well as interrelation of agricultural development and such economic parameters as aggregate estimation value and normative clear income is analyses for different natural conditions.

Использование природно-ресурсного потенциала территории с целью получения сельскохозяйственной продукции является для Беларуси традиционным. В структуре земельного фонда страны на 01.01.2002 г. доля земель сельскохозяйственного назначения составляла 44,3 %, из которых 62,5 % являлись пахотными [1]. Распределение сельскохозяйственных земель в пределах административных областей Беларуси отличается от среднереспубликанского показателя и равен для Гомельской и Витебской областей 35,5 и 41,0, Минской – 47,6, Брестской – 44,9 %, а для Могилевской и Гродненской областей – соответственно 50,5 и 51,0 % [2]. Еще большие различия наблюдаются на уровне административных районов, например в Мозырском районе доля земель сельскохозяйственного назначения составляет 27,5, Лидском – 56,4, Горецком – 72,3 %. В связи с этим задача исследования заключалась в выяснении причин неоднородного использования земель, оценке территориальной организации аграрного природопользования Беларуси в различных природно-геоморфологических условиях и в установлении причинно-следственных связей, определивших сложившуюся ситуацию.

Исследования проводились на региональном (масштаб – от 1:400 000 до 1:600 000) и локальном уровнях (масштаб – 1:10 000). Основным фактическим материалом служили результаты полевых и камеральных исследований. Использовались геоморфологическая и ландшафтная карты Беларуси [3, 4], картографические и статистические материалы института «Белгипрозем», а также результаты кадастрово-бонитировочных оценок земель [5].

При проведении исследований применялся комплекс методов: картографический, морфометрический, морфогенетический, сравнительно-географический, статистический и корреляционный анализы, а также факторный анализ сложившихся границ сельскохозяйственных угодий.

Анализировались два основных фактора – рельеф и почвы. Изначально предполагалось, что плодородие почв влияет главным образом на характер сельскохозяйственного использования территории, а геоморфологические условия являются лимитирующим фактором, оказывающим воздействие на особенности территориального размещения сельскохозяйственных угодий, пространственную структуру агроландшафтов Беларуси. Кроме собственно природных факторов, учитывались также и экономические показатели – нормативный чистый доход и общий балл кадастровой оценки сельскохозяйственных земель, отражающие экономическую целесообразность их использования в аграрных целях.

Оценка аграрного использования территории Беларуси проводилась для земель разного таксономического ранга – групп и подгрупп, выделенных по комплексу геоморфологических критериев.

Наивысшей типологической единицей являлись группы сельскохозяйственных земель, различающиеся по величине вертикального расчленения их поверхности. Всего было выделено три группы земель: 1) со слаборасчлененным; 2) со среднерасчлененным и 3) с сильнорасчлененным рельефом. Низший таксономический ранг – подгруппа земель – включал 18 разновидностей, отличающихся уклоном и длиной склонов, набором форм рельефа, их размерностью и занимаемой площадью (табл. 1).

В результате исследований установлено, что на характер распределения сельскохозяйственных земель разного таксономического ранга наложили отпечаток общие особенности геоморфологического строения Беларуси. В территориальной структуре агроландшафтов республики преобладают земли со средне- (48,1 %) и слаборасчлененным (37,1 %) рельефом. Субдоминантное положение занимают аграрные территории с сильнорасчлененным (14,8 %) рельефом. Сельскохозяйственные земли на уровне групп наиболее равномерно представлены в Белорусском Поозерье (земли со

слабо-, средне- и сильнорасчлененным рельефом занимают соответственно 38,4, 41,4 и 20,2 % ее территории). В пределах центральнобелорусских гряд преобладают агроландшафты со среднерасчлененным рельефом – 64,5 %, Белорусского Полесья – земли со слаборасчлененным рельефом (64,2 %).

Таблица 1

Типология сельскохозяйственных земель по геоморфологическим признакам

Таксономическая единица земель	Типологические критерии	Сельскохозяйственные земли	
Группа	Вертикальное расчленение дневной поверхности, м/км ²	Со слаборасчлененным рельефом	
		Со среднерасчлененным рельефом	
		С сильнорасчлененным рельефом	
Подгруппа	Угол наклона дневной поверхности, %, длина склонов, м, набор определенных форм рельефа, их размерность и доля от занимаемой площади, %	В пределах группы земель со слаборасчлененным рельефом	С плоским рельефом
			С плоскогивистым рельефом
			С плоскобугристым рельефом
			С плоскоувалистым рельефом
			С плосковолнистым рельефом
		со среднерасчлененным рельефом	С волнистым рельефом
			С волнисто-западинным рельефом
			С волнисто-увалистым рельефом
			С платообразным рельефом
			С волнисто-бугристым рельефом
		с сильнорасчлененным рельефом	С волнисто-холмистым рельефом
			С мелкохолмистым рельефом
			С мелкохолмисто-грядовым рельефом
			С мелкохолмисто-увалистым рельефом
			С среднехолмистым рельефом
	С среднехолмисто-грядовым рельефом		
	С крупнохолмистым рельефом		
	С крупнохолмисто-грядовым рельефом		

Результаты оценки сельскохозяйственной освоенности агроландшафтов показали, что группы земель по степени сельскохозяйственной освоенности ранжируются следующим образом: земли со слаборасчлененным рельефом ($K_{осв}=50$ %), со среднерасчлененным рельефом ($K_{осв}=59$ %) и земли с сильнорасчлененным рельефом ($K_{осв}=66$ %). В пределах группы земель с преобладанием сильнорасчлененного рельефа доля сельскохозяйственных угодий для подгрупп составляет (в %): с мелкохолмистым рельефом – 54, с мелкохолмисто-грядовым – 56, с мелкохолмисто-увалистым – 73, со среднехолмистым – 63, со среднехолмисто-грядовым – 73, с крупнохолмистым – 74, с крупнохолмисто-грядовым рельефом – 71. В пределах группы земель со среднерасчлененным рельефом (в %): с волнистым рельефом – 44, волнисто-западинным – 89, волнисто-увалистым – 66, с платообразным – 73, волнисто-бугристым – 30, волнисто-холмистым рельефом – 54. Для земель со слаборасчлененным типом рельефа (в %): с плоским – 42, плоскогивистым – 59, плоскобугристым – 32, плоскоувалистым – 75, с плосковолнистым – 39 (рис. 1).

Для выделенных подгрупп земель на основании данных республиканской кадастровой оценки земель проводился расчет средневзвешенных показателей: балла бонитета почв, нормативного чистого дохода и общего балла кадастровой оценки (табл. 2). Корреляционный анализ рассчитанных показателей и степени сельскохозяйственной освоенности показал, что в современных условиях при использовании земель в аграрных целях экономические показатели превалируют над природными. Хотя тесной зависимости и не наблюдается, но прослеживается определенная тенденция в этом направлении: коэффициент корреляции ($K_{кор}$) между освоенностью и нормативным доходом приближается к 0,5, в то время как между показателями плодородия почв и освоенностью земель существует лишь слабая связь

($K_{кор}$ составляет всего 0,2). Полученные результаты подтверждаются также данными рис. 2 и служат одновременно подтверждением существовавших до недавнего времени в республике приоритетов при организации аграрного землепользования, а именно при широкомасштабном включении в состав сельскохозяйственных угодий новых земель – от переувлажненных болотных массивов и рекультивированных карьеров до закустаренных земель и придорожных полос. В то же время корреляционный анализ показал, что общий балл кадастровой оценки земель тесно связан с плодородием почв ($K_{кор}=0,9$).

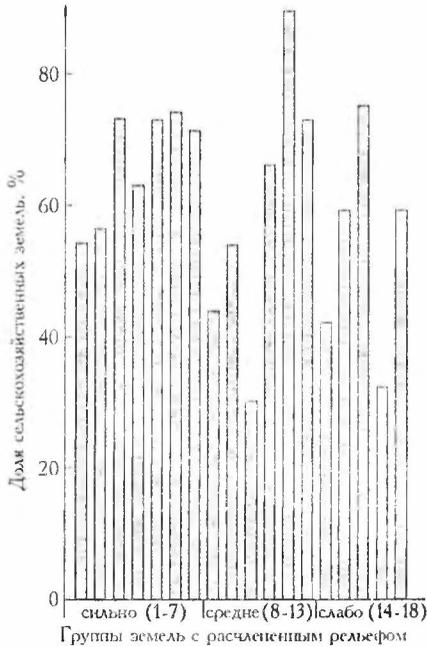


Рис. 1. Распределение сельскохозяйственных угодий в пределах земель, однородных по морфологическим свойствам рельефа.

Рельеф сельскохозяйственных земель: 1 – мелкохолмистый, 2 – мелкохолмисто-грядовый, 3 – мелкохолмисто-увалистый, 4 – среднехолмистый, 5 – среднехолмисто-грядовый, 6 – крупнохолмистый, 7 – крупнохолмисто-грядовый, 8 – волнистый, 9 – волнисто-холмистый, 10 – волнисто-бугристый, 11 – волнисто-увалистый, 12 – волнисто-западинный, 13 – платообразный, 14 – плоский, 15 – плосковолнистый, 16 – плоскоувалистый, 17 – плоскобугристый, 18 – плоскогрядистый

существует тесной прямой зависимости ($K_{кор}=0,5$), а в некоторых случаях наблюдается обратная зависимость. Наибольшая освоенность характерна для группы районов основной морены – $K_{осв}=61\%$, для сельскохозяйственных земель краевой морены $K_{осв}=58\%$. В пределах водно-ледниковых и озерно-ледниковых районов этот показатель находится приблизительно на одном уровне – 45 и 43 %, наименее всего в сельскохозяйственных целях используются земли группы районов озерно-аллювиальной аккумуляции – $K_{осв}=24\%$ (см. рис. 2).

На основе индекса геоморфологической неоднородности, учитывающего контурность и вертикальную расчлененность угодий, была проведена оценка земель с позиции благоприятности их использования в сельском хозяйстве. В зависимости от условий рельефа, влияющих на пространственно-технологические свойства угодий, выделены четыре степени этого показателя (рис. 3).

Наивысшая степень благоприятности характерна для районов, имеющих низкий индекс геоморфологической неоднородности. При этом с увеличением индекса геоморфологической неоднородности ухудшаются технологические свойства угодий и обработка земель требует привлечения дополни-

Сельскохозяйственная освоенность территории республики на уровне генетических комплексов рельефа оценивалась на основе карты геоморфологического районирования Беларуси. Районы были объединены в 5 групп: конечной морены, основной морены, водно-ледниковой, озерно-ледниковой и озерно-аллювиальной аккумуляций (см. табл. 2).

В пределах генетических групп и отдельных геоморфологических районов рассчитывались коэффициенты, характеризующие дробность, дифференциацию площадей, изрезанность границ и сложность рельефа сельскохозяйственных угодий.

Была установлена различная степень сложности геоморфологических условий ($K_{сл}$) групп аграрных земель: конечной морены ($K_{сл}=0,225$), основной морены ($K_{сл}=0,155$), водно-ледниковой аккумуляции ($K_{сл}=0,135$), озерно-ледниковой аккумуляции ($K_{сл}=0,123$), озерно-аллювиальной аккумуляции ($K_{сл}=0,065$). Корреляционный анализ соотношения индексов сложности рельефа групп земель и их сельскохозяйственной освоенности показал,

что между этими показателями не

тельных материальных средств. Результаты проведенных исследований подтверждают, что сельскохозяйственное использование не всегда основывается на учете геоморфологического строения территории (см. рис. 3).

Таблица 2

Анализ результатов республиканской кадастровой оценки земель и сельскохозяйственной освоенности в пределах подгрупп, однородных по геоморфологическим параметрам

Подгруппа земель	Балл плодородия почв, у. е.	Нормативный чистый доход, у. е.	Общий балл кадастровой оценки, у. е.	Доля сельскохозяйственных земель, %
С плоским рельефом	27,9	61,2	28,0	42
С плоскогивистым рельефом	26,3	64,3	26,5	59
С плоскобугристым рельефом	24,3	41,8	24,7	32
С плоскоувалистым рельефом	25,8	64,1	25,7	75
С плосковолнистым рельефом	28,4	72,1	28,6	39
С волнистым рельефом	27,2	88,4	27,5	44
С волнисто-западинным рельефом	28,2	120	27,8	89
С волнисто-увалистым рельефом	35,8	112,4	36,3	66
С платообразным рельефом	33,5	118,7	33,4	73
С волнисто-бугристым рельефом	32,6	110,1	32,5	30
С волнисто-холмистым рельефом	28,2	88,1	30,9	54
С мелкохолмистым рельефом	28,6	76,6	28,2	54
С мелкохолмисто-грядовым рельефом	27,7	68,3	27,3	56
С мелкохолмисто-увалистым рельефом	31,7	108,5	29,4	73
Со среднехолмистым рельефом	27,4	72,2	26,6	63
Со среднехолмисто-грядовым рельефом	27,2	72,6	27,4	73
С крупнохолмистым рельефом	29,6	99,7	30,9	74
С крупнохолмисто-грядовым рельефом	28,2	71,4	27,8	71

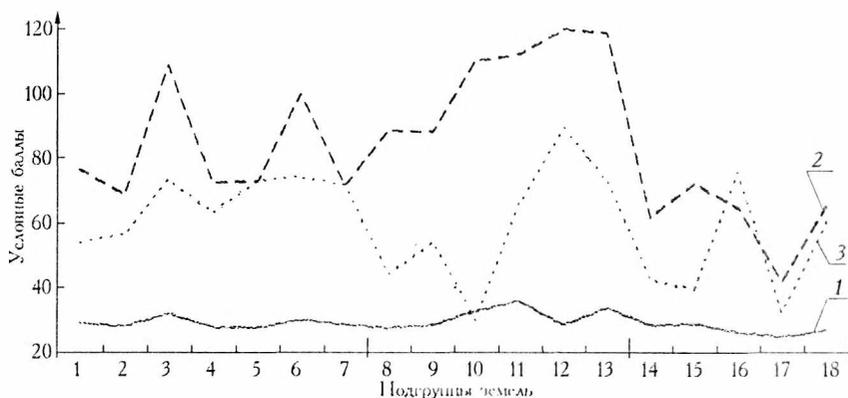


Рис. 2. Связь сельскохозяйственной освоенности земель с результатами кадастровой оценки:
 1 – балл плодородной почвы (у. е.), 2 – нормативный чистый доход (у. е.), 3 – доля сельскохозяйственных земель. Подгруппы земель аналогичны рис. 1

На региональном уровне прослеживается тенденция к увеличению показателей нормативного чистого дохода, получаемого на сельскохозяйственных землях, по мере перехода геоморфологических условий от плоского (слаборасчлененного) типа к пологоволнистому (среднерасчлененному). С усложнением морфологического строения рельефа и переходом его к холмистому (сильнорасчлененному) типу величина нормативного дохода понижается. Особенно отчетливо это прослеживается на землях с мелкохолмистым рельефом. Такая же тенденция характерна и для другого показателя – балла плодородия почв. Исключением являются земли с крупнохолмистым рельефом, для которых свойственны максимальные отметки. Выявлена общая закономерность увеличения значений обобщающего балла кадастровой оценки для земель с пологоволнистым рельефом и уменьшения его

при преобладании холмистого (за исключением крупнохолмистого) и плоского типов рельефа.

С целью определения основных причин, оказавших воздействие на формирование современной территориальной структуры агроландшафтов проводился анализ границ сельскохозяйственных земель в пределах ключевых хозяйств, приуроченных к трем разновозрастным геоморфологическим областям: Белорусскому Поозерью, Белорусской гряде и Белорусскому Полесью.

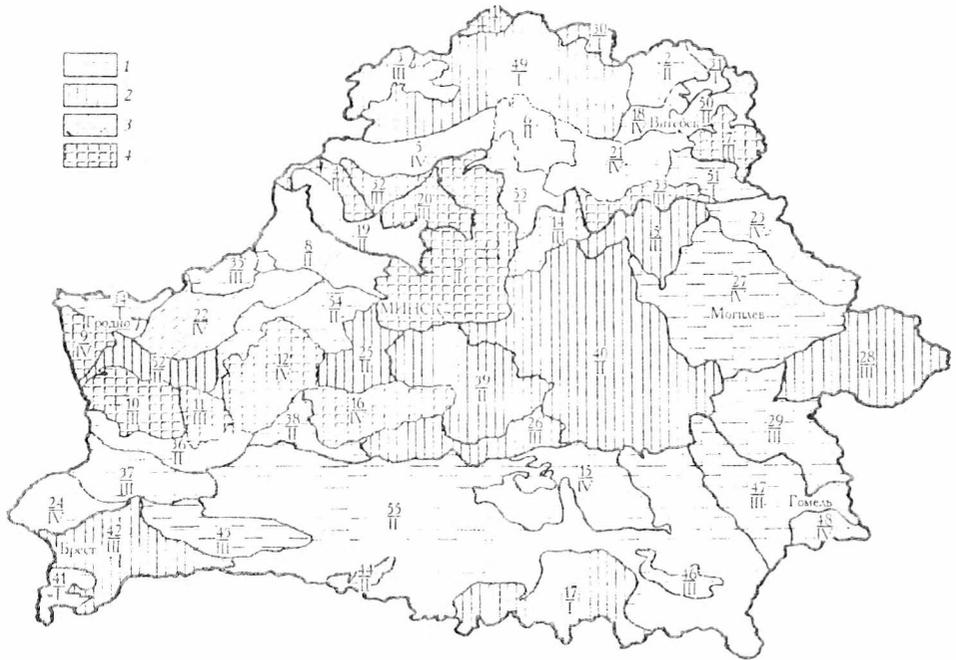


Рис. 3. Геоморфологическая оценка территории Беларуси по степени благоприятности аграрного использования и современной сельскохозяйственной освоенности.
 1–17 – возвышенности краевой морены, 18–29 – равнины основной морены, 30–48 – равнины флювиогляциальной аккумуляции, 49–52 – равнины озерно-ледниковой аккумуляции, 53–55 – равнины озерно-аллювиальной аккумуляции. Доля земель: I – низкая (до 35,1 %), II – средняя (35,1–55,0 %), III – высокая (55,1–70,0 %), IV – очень высокая (более 70,0 %). Степень благоприятности условий рельефа: 1 – высокая (от 0 до 0,10), 2 – средняя (от 0,11 до 0,20), 3 – низкая (от 0,21 до 0,30), 4 – весьма низкая (более 0,30)

В результате оценки сельскохозяйственных угодий были выделены два типа границеформирующих факторов: организационно-хозяйственный (т. е. собственно антропогенный) и природный. Природный тип определялся по гранулометрическому составу почв, режиму их увлажнения и морфологии рельефа. При этом, если на каком-то отрезке граница угодий совпадала с одной из трех названных природных границ, то при ее установлении доминирующим являлся природный фактор. Природные границы были подразделены на семь подтипов: морфогенный, гидрогенный, литогенный, морфогидрогенный, морфолитогенный, морфогидролитогенный и гидролитогенный.

Результаты оценки показали: в пределах ключевых хозяйств организационно-хозяйственный тип границ сельскохозяйственных земель является преобладающим. Он доминирует во всех хозяйствах. Его доля составляет 62 % в совхозе «Оболь» Городокского района Витебской области и увеличивается до 84 % в совхозе «Голевичи» Калинковичского района Гомельской области.

О недостаточности учета природного фактора при формировании границ рабочих участков сельскохозяйственных земель в условиях средне- и сильнорасчлененного рельефа говорит тот факт, что только треть границ в той или иной мере коррелируют с природными условиями. При анализе распределения природных границ установлено: не существует одного четко

выраженного преобладающего природного типа. В то же время практически на всех участках присутствует гидрогенный тип границ. При сложившейся структуре угодий вторым по значимости природным фактором, оказавшим влияние на формирование границ сельскохозяйственных земель, является литогенный. Его доля составляет порядка 20 %. Результаты анализа указывают на то, что роль рельефа возрастает в совокупности с почвенным и гидрогенным факторами и составляет 15 % в совхозе «Оболь» и 11 % в совхозе «Советский» Минского района Минской области. Важно отметить, что увеличение роли геоморфологического фактора наблюдается с ростом густоты горизонтального расчленения территорий ключевых хозяйств.

В условиях полесского хозяйства (совхоз «Голевичи») единственным природным фактором, оказавшим влияние на формирование границ угодий, явился фактор увлажнения почв.

Таким образом, результаты исследований показали, что в условиях Беларуси организация аграрного природопользования основывается в большинстве случаев на экономических интересах, в то время как природные факторы учитываются не в полной мере, а в некоторых случаях и вовсе игнорируются.

1. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 01 января 2002 г.). Мн., 2001.

2. Земля Беларуси. 2001 / И.М. Багдевич и др. Мн., 2002.

3. Геоморфологическая карта Белорусской ССР, масштаб 1: 500 000. Мн., 1988.

4. Ландшафтная карта Белорусской ССР, масштаб 1: 600 000. Мн., 1983.

5. Кадастровая оценка земель сельскохозяйственных предприятий и крестьянских (фермерских) хозяйств / Г.И. Кузнецов, Г.М. Мороз, Н.И. Смяян и др. Мн., 2000.

Поступила в редакцию 11.06.2003.

Савелий Игнатъевич Кузьмин – кандидат географических наук, старший научный сотрудник НИП экологии ландшафтов географического факультета БГУ.

УДК 504.06(1-21):001.8

С.А. ГЕРАСИМОВИЧ, М.Н. БРИЛЕВСКИЙ

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГЕОКОМПЛЕКСОВ МИКРОРАЙОНА ВЕСНЯНКА г. МИНСКА

The problem of geoeological estimation of urban territories was considering and the own method of the conduction of complex geoeological analysis was elaborating. The mechanism of the conduction of factorial analysis of the environmental condition was illustrated on the example of Viasnianka district of Minsk. The complex geoeological map was created as a result of science investigations and geochemical survey.

Основной целью геоэкологической оценки урбанизированных территорий является создание и сохранение оптимальных условий жизнедеятельности человеческого общества при минимальной трансформации окружающей среды. В настоящее время уже около половины населения Земли сосредоточено в городах, поэтому одной из основных задач современности становится обеспечение экономических, социальных и экологических прав горожан.

Особый интерес представляет комплексная геоэкологическая оценка крупных городов. Существует ряд разработок [1–3], однако единая методика отсутствует, следовательно, при геоэкологической оценке конкретной территории необходимо заново подбирать ее критерии и параметры.

Среди городов Беларуси особый интерес представляет столица – г. Минск – крупнейший мегаполис и индустриальный центр, где сосредоточена треть промышленного потенциала республики и проживает каждый шестой ее житель. Если комплексная геоэкологическая оценка г. Минска в целом уже проводилась [1, 2, 4, 5], то анализ экологического состояния от-