

УДК 911.2+504.54

Оценка трансформации природной среды и геоэкологическое районирование Беларуси

А.С. СОКОЛОВ

В работе рассматривается оценка антропогенной трансформации природной среды административных районов Беларуси. Проведена классификация районов по интегральному показателю нарушенности. Предложена схема геоэкологического районирования Беларуси.

Ключевые слова: трансформация природной среды, экологическая оценка, структура землепользования, геоэкологическое районирование.

The assessment of anthropogenous transformation of the administrative regions environment of Belarus is presented. Classification of regions by the integrated indicator of disturbance is carried out. The scheme of geoeological division into districts of Belarus is offered.

Keywords: environment transformation, ecological assessment, land use structure, geoeological division into districts.

Современное состояние природной среды, характеризующееся возрастанием интенсивности и разнообразия видов антропогенного воздействия на неё, требует разработки и совершенствования методов её комплексной оценки и охраны на всех иерархических уровнях её организации. Республика Беларусь, представляющая собой длительно осваиваемый регион с развитой промышленностью и сельским хозяйством, испытала многообразные преобразования своей природной среды, обусловившие формирование сложных природно-антропогенных комплексов характеризующихся различной степенью трансформации природного компонента.

Целью настоящей работы является анализ территориальных особенностей трансформации природной среды Беларуси и выделение регионов, отличающихся спецификой антропогенных воздействий и экологического состояния.

В качестве операционных территориальных единиц (ОТЕ), которые выступали непосредственным объектом оценки, были выбраны единицы административно-территориального деления – административные районы. Главным достоинством такого подхода является возможность использования в качестве исходных данных материалы официальной статистики и лёгкость отражения их на картах. Несмотря на то, что они скрывают неоднородность распространения явлений внутри территориальных единиц и не позволяют передать истинной картины их размещения, их широкое применение объясняется как удобством и высокой оперативностью их составления, так и доступностью большинства современных статистических показателей, учитываемых по анализируемым административно-территориальным единицам [1]. Основным недостатком является то, что административные регионы не отражают природную дифференциацию ландшафтов, средние и суммарные показатели затушевывают различия внутри единиц районирования и создают иллюзию контрастов на их границах, что географически некорректно. Однако в данном исследовании площадь каждого района достаточно мала (около 1 %) по сравнению с площадью всей анализируемой территорией, и это обстоятельство позволяет достаточно корректно отображать региональные особенности трансформации природной среды, так как степень влияния на результат указанных для такого подхода недостатков уменьшается с уменьшением относительных размеров ОТЕ.

Источником информации о структуре землепользования административных районов стал Государственный земельный кадастр [2], содержащий информацию по площади всех категорий земель по административным районам (площади лесов, лугов, сельскохозяйственных земель, пастбищ, пашни, застроенных, под дорогами и коммуникациями, осушаемых и орошаемых и т. д.). По его данным были определены набор видов землепользования территории районов и

площади, занятые каждым из этих видов. Полученные данные легли в основу определения численного значения антропогенной преобразованности или экологического состояния районов. Для каждого административного района были рассчитаны следующие коэффициенты:

– коэффициент относительной напряжённости эколого-хозяйственного баланса Б.И. Кочурова [3]:

$$K_o = \frac{AH_4 + AH_5 + AH_6}{AH_1 + AH_2 + AH_3} \quad (1)$$

где AH_1 – земли с очень низкой антропогенной нагрузкой (природоохранных и неиспользуемых, то есть экологический фонд), AH_2 – земли с низкой нагрузкой (сенокосы, леса, используемые ограниченно), AH_3 – земли со средней нагрузкой (многолетние насаждения, рекреационные земли), AH_4 – земли с высокой нагрузкой (пахотные земли; ареалы интенсивных рубок; пастбища и сенокосы), AH_5 – земли с очень высокой нагрузкой (орошаемые и осушаемые земли), AH_6 – земли с высшей нагрузкой (земли промышленности, транспорта, городов, поселков, инфраструктуры);

– коэффициент абсолютной напряжённости эколого-хозяйственного баланса Б.И. Кочурова [3]:

$$K_A = \frac{AH_6}{AH_1} \quad (2)$$

– коэффициент естественной защищённости Б.И. Кочурова [3]:

$$K_{EЗ} = \frac{AH_1 + 0,8 \cdot AH_2 + 0,6 \cdot AH_3 + 0,4 \cdot AH_4}{S} \quad (3)$$

где S – общая площадь территории

– геоэкологический коэффициент И.С. Аитова [4]:

$$K_e = \frac{C_p}{C_o} \quad (4)$$

где C_p – % площади ненарушенных (коренных) геосистем на той или иной территории, в ландшафтном районе, ландшафте; C_o – % предельно допустимой площади ненарушенных (коренных) геосистем (для зоны смешанных и широколиственных лесов принимается равным 30).

Для картографирования результатов исследования применялась ГИС *MapInfo Professional 12*. При составлении картограмм использовался метод естественной группировки. Этот метод находит широкое применение для разбиения значений на диапазоны при экологическом картографировании, так как соответствует процессу кластеризации и позволяет выявить отчетливые кластеры данных [5], [6].

Для включения рассчитанных показателей в показатель интегральной оценки трансформации природной среды административных районов, они были нормированы, т. е. к каждому из них было применено такое преобразование, в результате которого все они стали измеряться в N-балльной (безразмерной) шкале. Для этого использовался метод линейного масштабирования [7]. Если частный критерий X связан с анализируемым качеством компонента среды монотонно возрастающей зависимостью (т. е. чем больше значение x , тем ниже качество – для коэффициентов K_A и K_o), то расчет нормированного частного критерия \tilde{X} производится по формуле:

$$\tilde{X} = N \cdot \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (5)$$

а если связь отрицательна (для показателей $K_{EЗ}$ и K_r), то по формуле:

$$\tilde{X} = N \cdot \frac{X_{\max} - X}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (6)$$

где X – фактическое значение данного критерия, X_{\max} и X_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значение данного критерия, N – количество баллов в шкале.

В результате, значение каждого коэффициента было приведено к единому виду и стало выражаться через значение его по 10-балльной шкале. Таким образом, возникает возможность сравнения этих показателей между собой, а также нахождения суммы всех показателей, которая и будет отражать экологическое состояние изучаемых территорий. Расчет этого интегрального показателя позволил провести классификацию административных районов по уровню нарушенности, определить площадь, занимаемую каждым классом и проживающее в его пределах количество населения (рисунок 1, таблица 1).

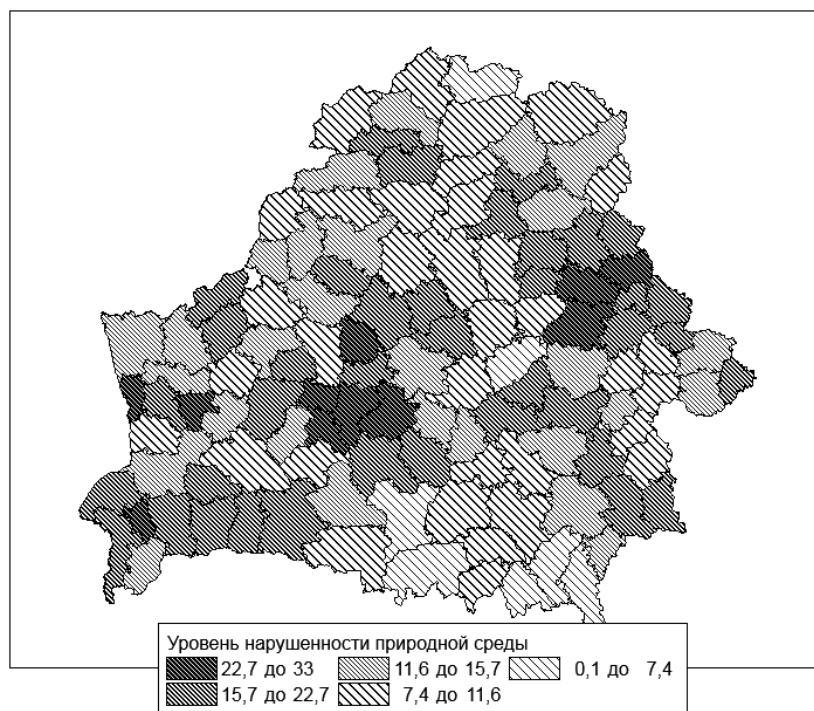


Рисунок 1 – Интегральный показатель нарушенности природной среды районов Беларуси

Таблица 1 – Площадь и население районов с различным уровнем антропогенной трансформации (по значению интегрального показателя нарушенности)

Диапазон	Площадь		Население		Отношение доли площади к доле населения
	тыс. км ²	%	тыс. чел	%	
От 0,1 до 7,4	15,4	7,4	135,1	1,4	5,3
От 7,4 до 11,6	66,9	32,2	1457,6	15,4	2,1
От 11,6 до 15,7	52,1	25,1	1946,0	20,5	1,2
От 15,7 до 22,7	59,6	28,7	5152,1	54,3	0,5
От 22,7 до 33	13,6	6,6	795,0	8,4	0,8

Сопоставление картограммы нарушенности с ландшафтной и физико-географической картами показало что, районы с наиболее высокими значениями показателя сконцентрированы преимущественно в пределах Белорусской возвышенной провинции холмисто-моренно-эрозионных и вторичноморенных ландшафтов. В физико-географическом отношении здесь наиболее нарушенные районы расположены в пределах возвышенных форм рельефа – Минской, Волковысской, Новогрудской, Ошмянской возвышенностей, Копыльской гряды. Заметна достаточно чёткая приуроченность наиболее трансформированных районов востока страны к Восточно-Белорусской провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов, а именно к той её части, которая также занята возвышенностями – Оршанской, Смоленско-Московской, Горещко-Мстиславской. Третья группа районов с повышенным значением интегрального показателя нарушенности расположена на крайнем юго-западе республики, в западной части Полесской ландшафтной провинции озёрно-аллювиальных, болотных и вторичных водноледниковых ландшафтов преимущественно в пределах Прибугской равнины и Загородья.

Крупнейшие регионы наименее нарушенных территорий сконцентрированы преимущественно в центральных частях Полесской и Поозёрской низменностей.

Расчёт коэффициентов корреляции Пирсона (r) и Спирмена (ρ) показал наличие связи между рассчитанным интегральным показателем нарушенности и другими природными и социальными показателями. Связь с показателем нарушенности имеют геоморфологические показатели, в частности, значение низшей точки административного района ($r = 0,32, \rho = 0,28$). Наиболее тесная связь выявлена между интегральным показателем и плотностью сельского населения ($r = 0,48, \rho = 0,65$). Если взять логарифм плотности сельского населения, то теснота связи увеличивается ($r = 0,65$). Расчёты корреляции выполнены в программе *STATISTICA 10*, вероятность ошибки на уровне $p < 0,05$.

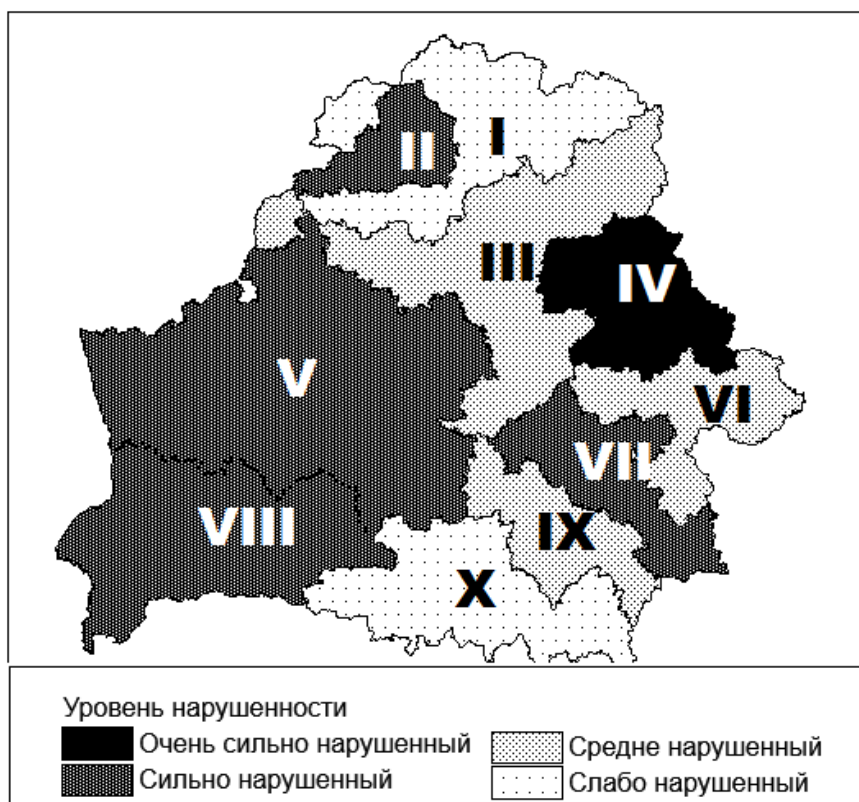


Рисунок 2 – Геоэкологическое районирование Беларуси. Геоэкологические районы: I – Северный; II – Дисненский; III – Витебско-Березинский; IV – Восточно-Белорусский; V – Центрально-Белорусский; VI – Славгородско-Краснопольский; VII – Западно-Полесский; VIII – Гомельско-Жлобинский; IX – Речицко-Светлогорский; X – Восточно-Полесский

На основании анализа карты интегральной оценки трансформации природной среды, а также карт, отражающих распределение отдельных показателей антропогенной нагрузки и особенностей землепользования по административным районам, нами было проведено районирование территории республики по степени преобразованности природной среды.

Всего было выделено 10 геоэкологических районов (рисунок 2), которые отличались особенностями структуры землепользования и степенью антропогенной нарушенности территории.

Территории районов имеют различную площадь – от 3,3 % до 25,0 % территории Беларуси (таблица 2). Наиболее крупные районы – Центрально-Белорусский и Западно-Полесский – приурочены к западной части страны, преимущественно в пределах Брестской, Гродненской и восточной части Минской области.

Для восточной части страны характерно чередование вытянутых в широтном направлении геоэкологических районов с севера на юг, что обусловлено схожей по характеру сменой в этой части страны единиц физико-географического и геоморфологического районирования.

Таблица 2 – Территория и население геоэкологических районов

Геоэкологический район	Площадь		Население			Городское население			Сельское население		
	тыс. км ²	%	тыс. чел.	%	чел./км ²	тыс. чел.	%	чел./км ²	тыс. чел.	%	чел./км ²
Витебско-Березинский	27,5	13,2	924,6	9,7	33,9	692,0	9,6	25,4	232,6	10,4	8,5
Восточно-Белорусский	14,4	6,9	786,5	8,3	55,1	629,9	8,7	44,1	156,6	7,0	11,0
Восточно-Полесский	20,9	10,1	363,4	3,8	17,5	215,7	3,0	10,4	147,7	6,6	7,1
Гомельско-Жлобинский	13,2	6,4	1085,5	11,4	82,9	893,8	12,3	68,3	191,7	8,5	14,6
Дисненский	6,9	3,3	115,2	1,2	16,9	61,3	0,8	9,0	53,9	2,4	7,9
Западно-Полесский	27,3	13,2	1092,7	11,5	40,3	742,1	10,2	27,4	350,6	15,6	12,9
Речицко-Светлогорский	11,1	5,4	293,5	3,1	26,6	206,0	2,8	18,6	87,5	3,9	7,9
Северный	22,0	10,6	421,4	4,4	19,3	287,6	4,0	13,2	133,7	6,0	6,1
Славгородско-Костюковичский	12,4	6,0	167,5	1,8	13,6	93,9	1,3	7,6	73,5	3,3	6,0
Центрально-Белорусский	51,9	25,0	4235,6	44,7	82,2	3421,2	47,2	66,4	814,5	36,3	15,8

Таблица 3 – Особенности структуры землепользования и трансформации природной среды геоэкологических районов

Геоэкологический район	Пашня	Луга	Леса	ООПТ	Сильно нарушенные	Орошаемые	Осушенные	К _А	К _О	К _{ез}	К _г
Витебско-Березинский	24,2	12,5	48,1	3,4	4,0	0,1	13,4	0,84	0,53	0,62	1,6
Восточно-Белорусский	42,2	16,6	26,7	0,0	5,0	0,6	11,9	4,38	1,10	0,53	0,9
Восточно-Полесский	12,7	11,5	57,4	22,5	3,2	0,1	16,6	0,13	0,36	0,70	1,9
Гомельско-Жлобинский	32,6	16,4	34,9	1,3	5,4	0,5	14,3	1,22	0,88	0,55	1,2
Дисненский	29,9	18,9	29,0	5,7	3,3	0,0	22,8	0,47	0,69	0,57	1,0
Западно-Полесский	25,3	17,6	38,9	11,9	4,9	0,1	24,6	0,37	0,77	0,54	1,3
Речицко-Светлогорский	21,1	15,4	50,8	3,2	4,2	0,0	20,1	0,87	0,58	0,58	1,7
Северный	17,0	11,6	49,5	15,1	2,9	0,0	12,0	0,18	0,34	0,68	1,7
Славгородско-Костюковичский	23,2	15,2	46,6	0,2	3,2	0,3	11,4	0,96	0,52	0,64	1,6
Центрально-Белорусский	35,5	15,2	35,3	4,1	5,1	0,1	17,4	0,77	1,04	0,53	1,2

По степени нарушенности природной среды геоэкологические районы были разделены на 4 группы:

– районы слабой нарушенности – Северный и Восточно-Полесский. Для них характерна значительная доля лесов (около 50 %), существенно меньшая доля населения по сравнению с долей площади (в среднем в 2,5 раза), значения К_О от 0,34 до 0,36 К_г от 1,7 до 1,9 (таблица 3), что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию, максимальные значения доли ООПТ;

– районы средней нарушенности – Витебско-Березинский, Славгородско-Костюковичский и Речицко-Светлогорский. Для них характерна вытянутая конфигурация и буферное расположение между сильно нарушенными или сильно и слабо нарушенными районами. Доля пашни составляет 21–24 %, лесов – 46–51 %. Доля населения несколько ниже, чем доля площади. Значения К_О лежат в диапазоне от 0,52 до 0,58 К_г – от 1,6 до 1,7, что соответствует удовлетворительному экологическому состоянию;

– районы сильной нарушенности – Центрально-Белорусский, Гомельско-Жлобинский, Дисненский, Западно-Полесский. Первые два характеризуются высокой долей пашни (около 35 %) и низким значением лесистости (также около 35 %). Доля их по населению в 1,8 раза превышает долю по площади. Экологическое состояние Дисненского и Западно-Полесского районов в основном обусловлено наиболее высокой степенью осушенности территории;

– район очень сильной нарушенности – Восточно-Белорусский. Особо охраняемые территории республиканского значения отсутствуют, коэффициенты К_А и К_О здесь приобретают самое высокое значение, а К_{ез} и К_г – самое низкое. Также для района характерна самая высокая доля распаханых земель (в 1,6 раза выше, чем по республике) и самая низкая доля лесов (в 1,6 раза ниже). Район приурочен к возвышенностям Восточно-Белорусской ландшафтной провинции вторичноморенных и лёссовых ландшафтов с наиболее благоприятными для сельскохозяйственного освоения территориями. Доля района в численности населения немного выше, чем в площади.

Таким образом, проведённое исследование позволило выявить территориальные особенности трансформации природной среды Беларуси, провести классификацию административных районов по степени нарушенности, предложить схему геоэкологического районирования территории страны, основанную на особенностях структуры землепользования и показателей трансформации природной среды.

Литература

1. Стурман, В.И. Экологическое картографирование : учеб. пособие / В.И. Стурман. – М. : Аспект-Пресс, 2003. – 251 с.
2. Государственный земельный кадастр Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2013 года) [Электронный ресурс] / Гос. ком. по имуществу РБ. – Минск, 2013. – Режим доступа : www.gki.gov.by/upload/new%20structure/press%20service/GZK_2012.doc – Дата доступа : 28.03.2014.
3. Кочуров, Б.И. Геоэкология : экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории / Б.И. Кочуров. – Смоленск : СГУ, 1999. – 154 с.
4. Аитов, И.С. Геоэкологический анализ для регионального планирования и системной экспертизы территории (на примере Нижневартковского региона) : автореф. дис. ... канд. геогр. наук : 250036 / И.С. Аитов. – Барнаул, 2006. – 18 с.
5. Медико-экологический атлас Воронежской области : монография / С.А. Куролап, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – 167 с.
6. Коновалова, Н.В. Методология создания карты геоэкологического районирования в среде ГИС на примере Ненецкого автономного округа / Н.В. Коновалова, Ю.Н. Шумилова // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Серия естественных наук. – № 2. – 2008. – С. 70–75.
7. Бакуменко, Л.П. Интегральная оценка качества и степени экологической устойчивости окружающей среды региона (на примере Республики Марий Эл) / Л.П. Бакуменко, П.А. Коротков // Прикладная эконометрика. – 2008. – № 1. – С. 73–92.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 07.10.2014