

УДК 911.5

И.П. Усова, С.М. Токарчук

ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ БРЕСТСКОЙ И МОГИЛЕВСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

В статье рассматриваются основные трактовки понятия «ландшафтное разнообразие» и подходы к его оценке. Приводится методика оценки ландшафтного разнообразия административных областей Беларуси на основе метода случайной выборки. Приводится сравнительный анализ ландшафтной структуры Брестской и Могилевской областей. Представлены результаты оценки ландшафтного разнообразия на основе индексов относительного богатства, ландшафтной мозаичности и сложности, индекса разнообразия Шеннона. Предлагаются рекомендации использования полученных результатов в практике ландшафтного планирования.

Введение

Сохранение ландшафтного разнообразия, как и биологического, имеет большое значение для устойчивого развития региона. Высокое разнообразие способствует стабилизации экологической ситуации, увеличению потенциала самоочищения экосистем от загрязнений и т.д. Оценка ландшафтного разнообразия является неотъемлемой частью изучения экологических проблем и составления планов устойчивого развития регионов.

Чаще всего ландшафтное разнообразие рассматривается как интегральный показатель, содержащий информацию о системной организации ландшафта, особенностях выполнения им природных и социально-экономических функций и условиях сохранения устойчивости [1]. Термин «ландшафтное разнообразие» в современных научных исследованиях трактуется по-разному. М.Д. Гродзинский [2] выделяет четыре направления развития данного понятия: традиционно-ландшафтное (классическое); антропогенное; биоцентрическое; гуманитарное. Эти понятия не противоречат одно другому, а находятся во взаимосвязи и дополняют друг друга. На основе каждого из них можно ввести определенные индикаторы ландшафтного разнообразия, и их совокупность позволит дать ему общую характеристику. Наиболее часто в ландшафтных исследованиях используют классическую трактовку ландшафтного разнообразия.

Для оценки разнообразия применяются различные методы, но один из самых распространенных – расчет ландшафтных индексов [3; 4]. В настоящее время разработано множество индексов ландшафтного разнообразия [3–5]. Необходимо отметить, что многие индексы, применяемые для оценки ландшафтного разнообразия, были разработаны географами-ландшафтоведами советской школы [5–7]. Каждый из индексов отражает определенное свойство пространственной структуры ландшафта, что позволяет описывать ландшафт с различных аспектов. Единого индекса, который описывал бы все многообразие свойств ландшафтов, не разработано, поэтому чаще всего используется набор индексов [8]. При выборе и использовании индексов ландшафтного разнообразия возникают следующие основные проблемы: определение набора индексов на основе большого количества разработанных и экологическая трактовка значений индексов. Выделяется два подхода при выборе индексов: статистический (с использованием факторного анализа) и экспертный.

Оценка ландшафтного разнообразия проводится в границах различных территориальных единиц (водосборов, административных районов, сетки квадратов и др.) и на различных уровнях (морфологическом, структурном и таксономическом) [1; 8; 9].

В работах белорусских исследователей оценка ландшафтного разнообразия проводилась в рамках двух уровней разнообразия: таксономического и морфологического

(для природных ландшафтов) и структурно-функционального (для природно-антропогенных ландшафтов) [1].

Несмотря на проблемы использования индексов ландшафтного разнообразия, полученные значения используются в планировании территории и выделении природоохранных территорий, создании структуры национальных и региональных экологических сетей, в практике планирования территории для выяснения конфликтов между различными природопользователями и т.д.

Материал и методика исследования

Оценка ландшафтного разнообразия природных комплексов Брестской и Могилевской областей включала несколько этапов:

- 1) выбор территориальных единиц оценки;
- 2) определение набора индексов для оценки ландшафтного разнообразия природных комплексов;
- 3) оценка разнообразия природных ландшафтов административных областей на основании контуров случайной выборки с использованием ландшафтных индексов;
- 4) анализ математической модели рисунка ландшафта административных областей;
- 5) разработка рекомендаций использования полученных результатов в практике планирования территории.

Анализ ландшафтного разнообразия административных областей проводился на основе ландшафтной карты Белорусской ССР масштаба 1:600 000 [10] на уровне видов ландшафтов с использованием ГИС-технологий.

Ландшафтное разнообразие на данной карте определялось методом случайной выборки. Выбор сетки равной площади является подходящей территориальной единицей для сравнения значений индексов. Согласно масштабу карты был выбран круг площадью 600 км². Затем методом случайной выборки данные круги были нанесены на ландшафтную карту областей (рисунок 1).

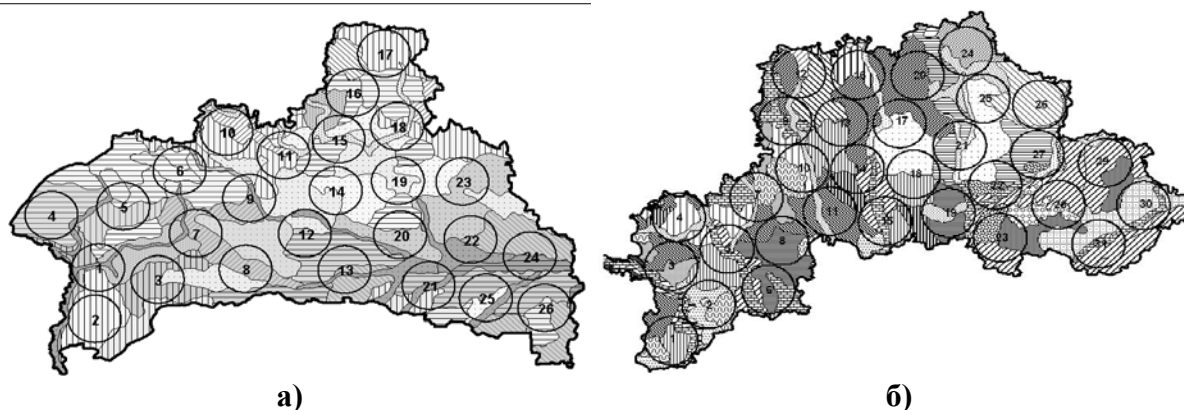


Рисунок 1 – Ландшафтная карта и сеть контуров случайной выборки Брестской (а) и Могилевской (б) областей

Выбор индексов для данного исследования осуществлялся экспертным путем с использованием следующих критериев: характеристика аспектов пространственной структуры ландшафтов; простота трактовки; характеристика инварианта ландшафта (математическая модель рисунка ландшафта).

Для исследования были отобраны следующие аспекты пространственной структуры: оценка разнообразия; оценка структурной сложности и наличие большого количества видов ландшафтов, представленных в области; оценка организации ландшафтов; оценка фрагментарности ландшафтной структуры.

На основании полученных данных были выбраны четыре индекса ландшафтного разнообразия.

1. *Индекс относительного богатства* (оценка структурной сложности):

$$I_r = \frac{N}{N_0}, \quad (1)$$

где N – количество видов ландшафтов в пределах контура случайной выборки; N_0 – количество видов ландшафтов в области.

2. *Индекс ландшафтной мозаичности* (оценка организации ландшафта):

$$I_p = 1 - \frac{N}{n}, \quad (2)$$

где N – количество видов ландшафтов в пределах контура случайной выборки; n – количество ландшафтных выделов в пределах контура случайной выборки.

3. *Индекс ландшафтной сложности* (оценка фрагментарности ландшафтной структуры):

$$I_c = \frac{n}{S_0}, \quad (3)$$

где n – количество ландшафтных выделов в пределах контура случайной выборки; S_0 – средняя площадь ландшафтных выделов.

4. *Индекс Шеннона* (оценка разнообразия):

$$H = -\ln \sum_{i=1}^m P_i^2, \quad (4)$$

где величина P_i – доля площади i -го вида ландшафта

Согласно рассчитанным индексам были построены карты ландшафтного разнообразия на основе метода интерполяции. Изолинии на данных картах проведены способом равноинтервального пятиуровневого ранжирования.

Результаты и их обсуждение

На территории Брестской области выделено 33 вида природных комплексов, относящихся к десяти родам и двум подтипам. На территории Могилевской области распространены 36 видов природных ландшафтов, относящихся к 11 родам и одному подтипу.

Максимальное количество видов и контуров ландшафтов, встречающихся в границах контура случайной выборки, одинаково для двух областей и составляет 7 и 11 соответственно. Однако пространственное распределение и видов и контуров ландшафтов значительно отличается между двумя областями.

Ландшафты Брестской области характеризуются более сложной структурой в сравнении с Могилевской областью: количество контуров случайной выборки с количеством видов от 1 до 3 составляет 7,7%, от 4 до 5 – 61,5%, с количеством видов 6 и более – 30,8%. Контуров с минимальным количеством видов представлены на западе Брестской области, что обусловлено доминированием равнинного рельефа (водноледниковая и моренная равнины); контуров с максимальным количеством видов представлены вдоль границы сожского оледенения и в междуречье р. Ясельда, р. Припять и р. Западный Буг (центральные и северо-восточные районы Брестской области).

Ландшафты Могилевской области характеризуются более упрощенной структурой: количество контуров случайной выборки с количеством видов от 1 до 3 составляет 29%, от 4 до 5 – 61,3%, с количеством видов 6 и более – 9,7%. Контуров с минимальным количеством видов представлены в центральных и восточных районах Могилевской области; контуров с максимальным количеством видов представлены вдоль границы

сожского оледенения и в междуречье р. Птичь, р. Березина и р. Свислочь (юго-западные и западные районы Могилевской области).

Таким образом, количество видов ландшафтов отличается по областям – в Могилевской в среднем приходится 4–5 видов ландшафтов на выборку, а в Брестской области – 5–6 видов ландшафтов на выборку. Таким образом, ландшафтная структура Брестской области более разнообразная, чем Могилевской области.

Наибольшим количеством ландшафтных выделов (9–10) отмечаются контуры случайной выборки в границах двух рассматриваемых административных областей, расположенные в долинах крупных и средних рек (например, в пределах долины р. Мухавец, в пределах рек Горынь и Припять, Днепр, Птичь, Березина и Сож). Наименьшим количеством ландшафтных выделов в пределах контуров случайной выборки характеризуются западные и восточные районы Брестской области.

Ландшафты Брестской области характеризуются следующей структурой: количество контуров случайной выборки с количеством выделов от 1 до 4 составляет 23,1%, с количеством контуров от 5 до 8 – 61,5%, с количеством видов 8 и более – 15,4%.

Для ландшафтов Могилевской области количество контуров случайной выборки с количеством выделов от 1 до 4 составляет 29,1%, с количеством контуров от 5 до 8 – 54,8%, с количеством видов 8 и более – 16,1%. Наибольшим количеством ландшафтных контуров характеризуются западные районы Могилевской области, расположенные вдоль долин р. Птичь, р. Березина и р. Друть.

Показатель средней площади ландшафтных выделов имеет прямую зависимость от показателя количества ландшафтных выделов. Минимальные площади ландшафтных выделов (55,16–66,7 км²) отмечаются в обеих административных областях, главным образом для контуров расположенных в долинах рек.

Максимальные средние площади ландшафтных контуров (150,0–202,99 км²) чаще всего характеризуют контуры случайной выборки, расположенные в западных и восточных районах Брестской области и северо-восточных, центральных и западных районах Могилевской области.

В таблице представлены результаты процентного соотношения количества контуров случайной выборки согласно пятиуровневому равноинтервальному ранжированию рассчитанных индексов ландшафтного разнообразия.

Таблица – Процентное соотношение количества контуров случайной выборки для Брестской (I) и Могилевской (II) областей

Уровень значений индексов	Количество контуров случайной выборки (%)							
	Индекс Шеннона		Индекс ландшафтной сложности		Индекс ландшафтной мозаичности		Индекс относительного богатства	
	I	II	I	II	I	II	I	II
минимальный	3	5	11	27	44	13	11	3
низкий	9	12	62	37	49	25	7	11
средний	43	60	13	24	7	32	36	54
высокий	33	18	13	9	-	21	29	21
максимальный	12	5	1	3	-	9	17	11

Ландшафтное разнообразие Брестской и Могилевской областей согласно индексу Шеннона представлено на рисунке 2.

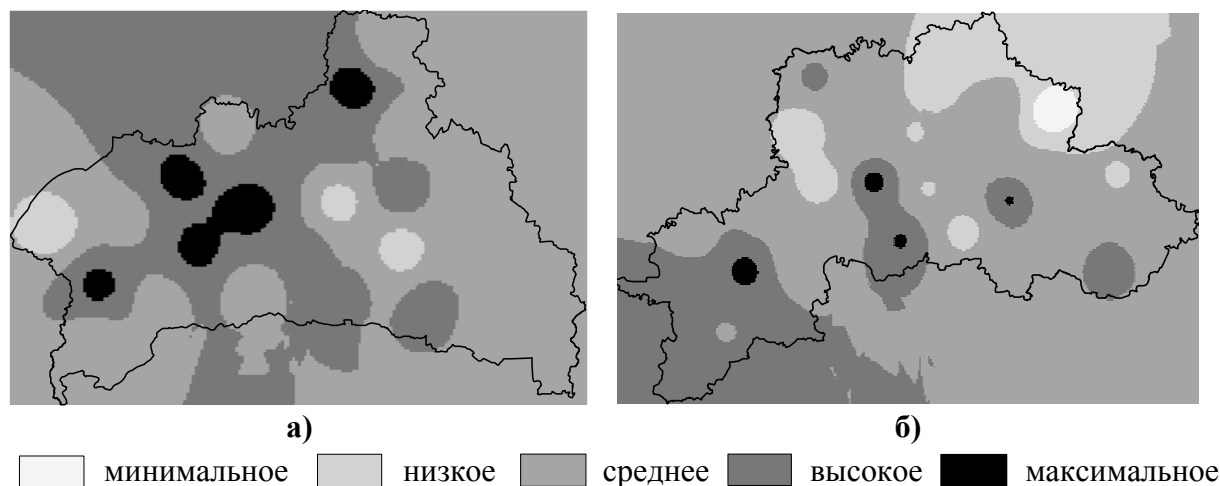
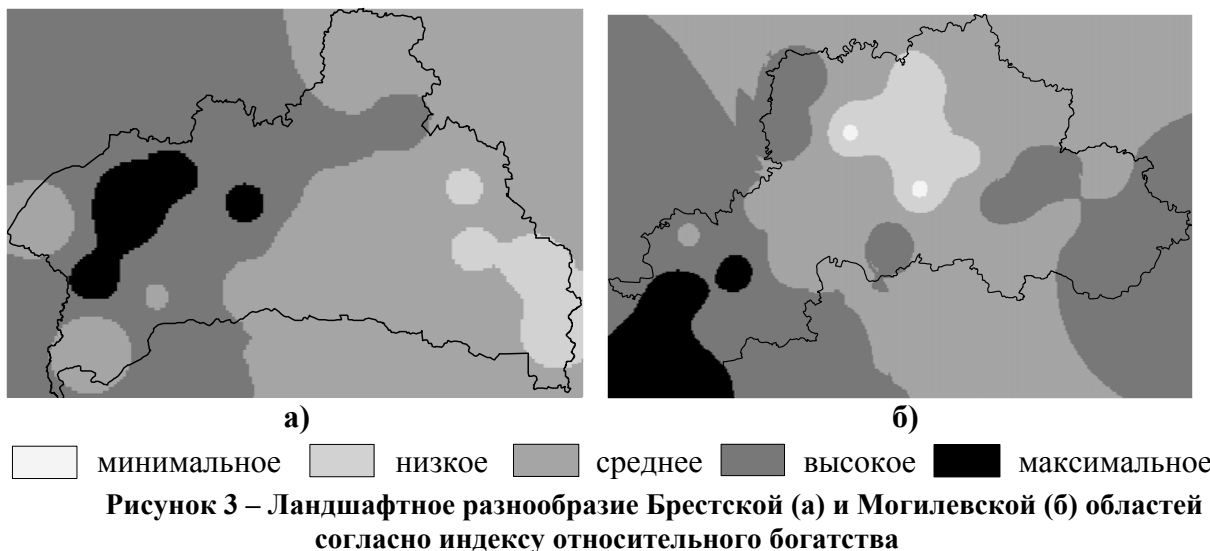


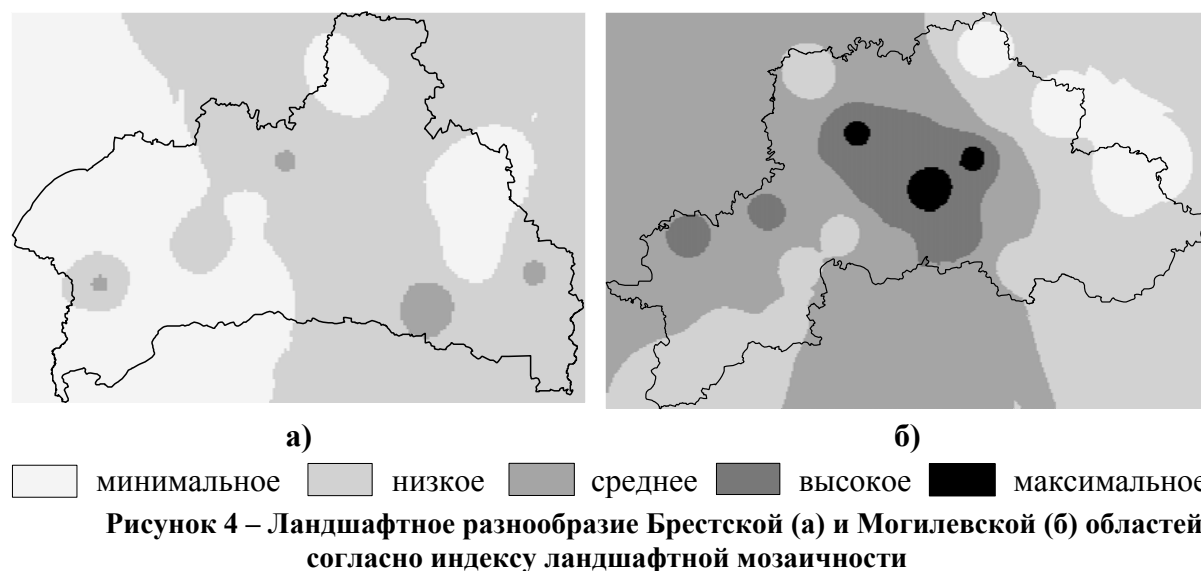
Рисунок 2 – Ландшафтное разнообразие Брестской (а) и Могилевской (б) областей согласно индексу Шеннона

Согласно рисунку 2, большая часть как Брестской, так и Могилевской области отличается средними и высокими значениями ландшафтного разнообразия по индексу Шеннона. Как правило, высокие значения индекса Шеннона характеризуют территории, расположенные в долинах рек и вдоль границы сожского оледенения. Высокие значения индекса Шеннона на данных территориях объясняются большим количеством видов ландшафтов, а также равномерной площадью распределения между видами. Восточные районы и Брестской, и Могилевской областей характеризуются низкими и средними значениями индекса Шеннона. Участков минимального разнообразия в Брестской области не выделяется, в то время как территория Мстиславльского района Могилевской области характеризуется минимальным разнообразием по индексу Шеннона.

Большая часть территории Брестской области характеризуется средними и высокими значениями индекса относительного богатства ландшафтов (рисунок 3). Восточные и юго-восточные районы области выделяются низкими значениями индекса относительного богатства. Большой структурной сложностью (т.е. большим разнообразием видов ландшафтов на единицу площади) характеризуются западные и северо-западные районы Брестской области, что соответствует границе между подзонами бореальных и суббореальных ландшафтов. Незначительная часть Могилевской области (3% территории) характеризуется минимальными значениями индекса относительного богатства ландшафтов, что объясняется наличием только одного вида ландшафта в границах контура. Центральные и северо-восточные районы Могилевской области характеризуются средними значениями индекса. Территории максимального разнообразия располагаются на западе Могилевской области, в междуречье р. Птичь и р. Березина. Таким образом, ландшафты Брестской области характеризуются большей структурной сложностью в отличие от Могилевской области.



Ландшафтное разнообразие Брестской и Могилевской областей согласно индексу ландшафтной мозаичности представлено на рисунке 4.



Согласно представленной карте, большая часть Брестской области характеризуется низкими и минимальными значениями индекса ландшафтной мозаичности. Западные районы Брестской области отличаются доминированием полного соответствия между количеством встречаемых видов ландшафтов и количеством ландшафтных выделов, т.е. индекс ландшафтной мозаичности в данном случае равен нулю. Низкими значениями индекса ландшафтной мозаичности характеризуются юго-восточные и центральные районы Брестской области.

В отличие от Брестской области ландшафты Могилевской области отличаются высокой контурностью, что подтверждается высокими значениями индекса ландшафтной мозаичности. В границах контуров количество видов, как правило, меньше количества выделов. Максимальными значениями характеризуется центральная часть Могилевской области (междуречье р. Днепр, р. Друть и р. Реста). Минимальными значениями индекса ландшафтной мозаичности характеризуются восточные районы Могилевской области.

Индекс ландшафтной сложности описывает фрагментарность природных ландшафтов. Средними и высокими значениями индекса ландшафтной сложности отличаются районы Брестской области, расположенные вдоль границы сожского оледенения. Большая часть территории области характеризуется низкими значениями, что объясняется равномерным распределением количества выделов в границах контуров (рисунок 5).

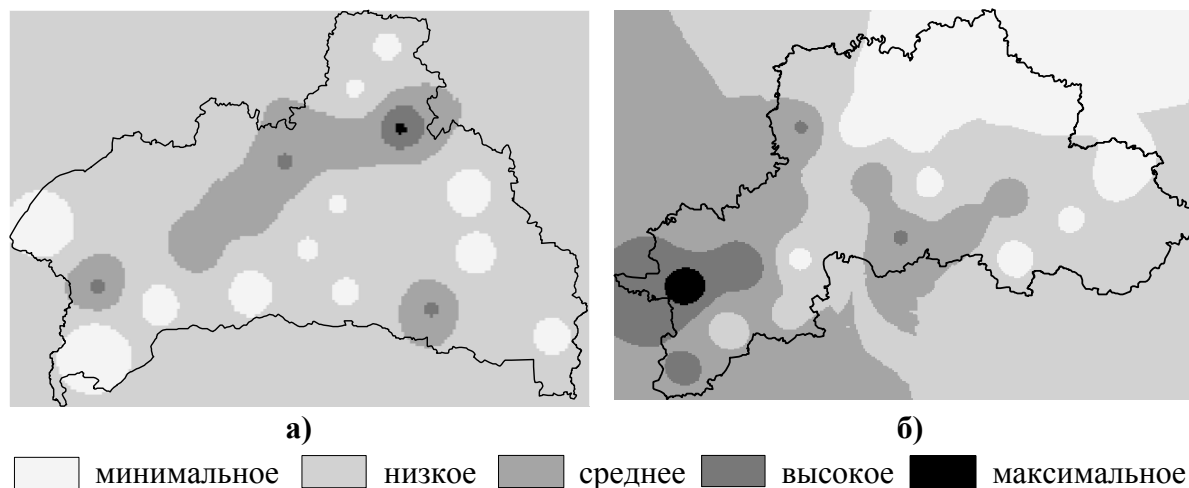


Рисунок 5 – Ландшафтное разнообразие Брестской (а) и Могилевской (б) областей согласно индексу ландшафтной сложности

Могилевская область отличается неравномерностью распределения индекса ландшафтной сложности: западные районы с высокими и максимальными значениями индекса характеризуются большим количеством выделов и низкой средней площадью контуров в границах сетки случайной выборки; северо-восточные районы области с низкими значениями индекса – небольшим количеством контуров (1–2) и большой средней площадью (150,0–202,99 км²).

Таким образом, большая часть и Могилевской и Брестской областей характеризуется низкими и средними значениями разнообразия по индексу ландшафтной сложности.

Заключение

Анализ полученных результатов оценки ландшафтного разнообразия для Брестской и Могилевской областей позволяет сделать следующие выводы.

1. В пределах Могилевской области встречается большее количество видов и родов ландшафтов, однако все они относятся к одному подтипу ландшафтов (бореальные подтаежные). Виды ландшафтов Брестской области относятся как к бореальному подтаежному, так и к суббореальному полесскому подтипу ландшафтов.

2. Ландшафты Брестской области характеризуются более сложной структурой в сравнении с Могилевской областью. В Могилевской в среднем приходится 4–5 видов ландшафтов на выборку, а в Брестской области – 5–6 видов ландшафтов на выборку. Наибольшим количеством ландшафтных выделов (9–10) отмечаются контуры случайной выборки в границах двух рассматриваемых административных областей, расположенные в долинах крупных и средних рек. Наименьшим количеством ландшафтных выделов в пределах контуров случайной выборки характеризуются западные и восточные районы Брестской области.

3. Брестская область характеризуется большим разнообразием ландшафтов согласно индексу Шеннона и индексу относительного богатства. В отличие от Брестской области ландшафты Могилевской области отличаются высокой контурностью, что подтверждается высокими значениями индекса ландшафтной мозаичности. Большая часть

как Могилевской, так и Брестской областей характеризуется низкими и средними значениями разнообразия по индексу ландшафтной сложности.

Низкое природное разнообразие определяет монодоминантное использование территории. Территории с высоким ландшафтным разнообразием, как правило, характеризуются высоким потенциалом сохранения биоразнообразия и поэтому могут использоваться в природоохранных целях как составные части экологических сетей (например, долины рек) либо как отдельные природоохранные территории.

Результаты проведенного исследования можно использовать в практике планирования и получения дополнительной информации о структуре ландшафтов. Приведенные в данном исследовании индексы просты в расчетах и достаточно информативны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марцинкевич, Г.И. Оценка ландшафтного разнообразия природных и природно-антропогенных комплексов Беларуси / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастливая // Природопользование : сб. науч. трудов / Ин-т проблем использ. природ. ресурсов и экологии; под общ. ред. И.И. Лиштвана. – Минск : ОДО «Тонпик», 2005. – С. 98–106.
2. Гродзинский, М.Д. Типи ландшафтних різноманіть / М.Д. Гродзинский // Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя: зб. Наук. праць. – Київ, 1999. – С. 52–58.
3. Пузаченко, Ю.Г. Разнообразие ландшафта и методы его измерения / Ю.Г. Пузаченко, К.Н. Дьяконов, Г.М. Алещенко // География и мониторинг биоразнообразия / Н.В. Лебедева [и др.]; под ред. Н.С. Касимова, Э.П. Романова, А.А. Тишкова. – М. : НУМЦ, 2002. – Разд. II. – С. 76–178.
4. Jochen, J.A.G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation / J.A.G. Jochen // Landscape Ecology. – 2000. – Vol. 15, issue 2. – P. 115–130.
5. Викторов, А.С. Рисунок ландшафта / А.С. Викторов. – М. : Мысль, 1986. – 179 с.
6. Геренчук, К.И. Методика определения некоторых параметров морфологической структуры ландшафтов / К.И. Геренчук, И.К. Гораш, А.Г. Толчиев // Известия АН СССР. Сер. геогр. – 1969. – № 5. – С. 102–109.
7. Ивашутина, Л.И. К анализу ландшафтной структуры физико-геогр. регионов / Л.И. Ивашутина, В.А. Николаев // Вестник Московского ун-та. Сер. 5. География. – 1969. – № 4. – С. 49–59.
8. A factor analysis of landscape pattern and structure metrics / К.Н. Riitter. [et al.] // Landscape Ecology. – 1995. – Vol. 10, issue 2. – P. 23–39.
9. Плюснин, В.М. Дистанционные и количественные методы изучения ландшафтной структуры (на примере хребта Хамар Дабан) / В.М. Плюснин, И.Н. Биличенко // География и природные ресурсы. – 2001. – № 2. – С. 127–136.
10. Ландшафтная карта Белорусской ССР / сост. и подг. к изд. фабрикой № 2 ГУГК; ред. А.Г. Исаченко. – 1:600 000. – М. : Главное упр. геодезии и картографии, 1983.

I.P. Usova, S.M. Tokarchuk. Landscape Diversity of Natural Complexes of Brest and Mahilew Regions

The main approaches for understanding of the terminology «landscape diversity» and approaches for its assessment are considered in this article. The article presents the methodology for assessment of landscape diversity based on the method of random sample. The comparative analysis of landscape structure of Brest and Mahilew regions are made. The results of assessment of landscape diversity according to index of relative richness, landscape mosaic and complexity, Shannon's diversity are described. The authors propose the recommendations for use of results of the landscape diversity assessment in the practice of landscape planning.