



УДК 911:004.9

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРАГМЕНТИРОВАННОСТИ ЛАНДШАФТОВ БЕЛГОРОДСКОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА ВОРСКЛЫ И БАСЕЙНА МЕРЛЫ (ХАРЬКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ, УКРАИНА)

А.П. Биатов¹,
П.А. Украинский²,
А.Г. Нарожняя²

¹Национальный природный парк «Слобожанский», Украина, 62000, Харьковская область, пгт. Краснокутск, ул. Заречная, 15
E-mail: anton.biatov@gmail.com

²Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85

Проведено трансграничное исследование фрагментированности ландшафтов верхней части бассейна Ворсклы (для белгородской части бассейна Ворсклы в России и бассейна Мерлы на Украине). Впервые оценена фрагментированность ландшафтов изучаемой территории с применением европейской методики количественной оценки, адаптированной к условиям лесостепной зоны стран СНГ. Продемонстрирована возможность использования свободнораспространяемых пространственных данных (космические снимки Landsat и данные OpenStreetMap) в ландшафтно-экологических исследованиях.

Ключевые слова: бассейны рек, показатели фрагментированности, фрагментированность ландшафтов, Landsat, OSM.

Введение

Среди форм антропогенного влияния на ландшафты немаловажную роль играет фрагментация ландшафтов. Она сказывается, в первую очередь, на их биологических компонентах. Населенные пункты и транспортные сети разделяют биотопы, превращая их в изолированные островки, между которыми нарушено или затруднено перемещение животных. В результате целостные популяции животных и растений делятся на субпопуляции, между которыми ограничен внутривидовой обмен генов. Следствием этого становится инбридинг (близкородственное скрещивание), случайный дрейф генов и некоторые другие генетические процессы, существенно ослабляющие репродуктивные возможности живых организмов. В сумме это ведет к появлению большого количества аномалий и генетическому вырождению субпопуляций. Кроме того, во фрагментированном ландшафте нарушаются пути суточных и сезонных миграций животных, что приводит к снижению численности видов. Отмечается гибель животных при попытке пересечения транспортных путей [1, 2].

В лесостепной зоне России и Украины проблема фрагментации ландшафтов достаточно остра, поскольку эти территории отличаются высоким уровнем хозяйственного освоения и заселенности. При этом фрагментированность ландшафтов здесь пока еще мало исследована, хотя в европейских странах изучению фрагментации ландшафтов уделяется большое внимание. В этих условиях логично воспользоваться существующим опытом, адаптировав его к отечественным условиям [3–5].

Количественная оценка фрагментированности ландшафтов широко используется в Европе. С ее помощью проводились исследования в таких регионах, как Баден-Вюртемберг, Бавария, Гессен, Швейцария, Южный Тироль [4, 6–9]. Эта же методика, с некоторыми изменениями, показала свою эффективность и при изучении белгородской части бассейна Ворсклы [10]. Однако, пока еще не проводились попытки сравнительного анализа фрагментированности разных территорий в пределах СНГ. Эта работа имеет своей целью попытку такого анализа. Достижение поставленной цели предполагает решение следующих задач: картографирование фрагментирующей инфраструктуры, выделение фрагментирующих сетей разного уровня, количественная оценка фрагментированности, сравнение различных территорий по показателям фрагментированности.

Объекты и методы исследования

Исследование фрагментированности ландшафтов традиционно выполняется в разрезе единиц административно-территориального деления [4]. Такой подход удобен для исследователя, однако все же правильнее в качестве изучаемой территории выбирать физико-географические регионы различного порядка [10]. Таковыми фактически могут стать речные бассейны, по границам которых преимущественно и проводятся физико-географические границы. В качестве исследуемого участка была выбрана часть бассейна Ворсклы, занимающая юго-запад Белгородской области, и бассейн Мерлы, расположенный на северо-западе Харьков-



ской и северо-востоке Полтавской областей (рис. 1). Общая площадь бассейна Мерлы составляет 2027.8 км², белгородской части бассейна Ворсклы составляет – 2486.6 км².

Бассейн Мерлы и белгородская часть бассейна Ворсклы относятся к Среднерусской провинции лесостепной зоны Русской равнины [11]. Выбранные территории близки друг к другу географически, схожи по размеру и конфигурации территории, имеют одинаковый набор ландшафтов и сопоставимый уровень заселенности и хозяйственного освоения. Поэтому они удобны для сравнительного анализа фрагментированности ландшафтов.



Рис. 1. Ситуационная схема расположения белгородской части бассейна р. Ворсклы и бассейна р. Мерлы

В качестве исследуемых объектов рассматривалась фрагментирующая инфраструктура и ландшафты, которые она разделяет. Под фрагментирующей инфраструктурой понимаются все объекты, служащие в той или иной мере преградой для передвижения животных. На исследуемой территории в качестве таковых выступают с одной стороны объекты дорожной сети (асфальтированные автодороги, железные дороги) и населенные пункты, а с другой водные объекты (реки, пруды, озера). Первые обуславливают антропогенную фрагментацию, вторые – естественную, гидрогенную. Помимо этого возможна фрагментация вызванная спецификой рельефа, например, наличием высоких горных хребтов или отвесных обрывов (топогенная фрагментация). Но для исследуемой территории она не характерна. В качестве исследуемых ландшафтов, испытывающих влияние фрагментации, рассматривались не только естественные и приближенные к ним ландшафты, но и агроландшафты. Последние включены в рассмотрение потому, что они также являются местом обитания животных и играют определенную, хотя и специфическую роль в сохранении биоразнообразия [12].

На исследуемой территории естественные ландшафты представлены преимущественно лесными массивами, поймами, овражно-балочной сетью [13]. Среди агроландшафтов преобладают пашни. Такое сочетание является типичным для лесостепной зоны. Кроме того, среди типичных встречаются вкрапления реликтовых ландшафтов, таких как гипно-сфагновые и осоково-сфагновые мезотрофные болота [14]. Здесь расположена сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) различного уровня, играющая важную роль в сохранении биоразнообразия. В бассейне Мерлы находится национальный природный парк «Слобожанский» и ряд ООПТ регионального значения. В бассейне Ворсклы – два участка заповедника Белогорье и ряд ООПТ регионального значения.

При изучении фрагментированности ландшафтов исследуемых речных бассейнов мы столкнулись с дефицитом пространственных данных. В немалой степени высокой изученности фрагментации европейских ландшафтов способствовало именно наличие высокоразвитой инфраструктуры пространственных данных. В частности, в Западной Европе активно применяются общеевропейские данные Corine Land Cover (CLC) 2000. Этот ресурс был создан Европейским агентством по окружающей среде (ЕЕА) [15]. Кроме того, в исследованиях активно используются и национальные базы геоданных, например, в Германии это база электронных карт Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS) [16]. Для стран СНГ



такого рода детальных и актуальных данных нет, что существенно затрудняет оценку фрагментированности ландшафтов. В этих условиях отечественные исследователи вынуждены самостоятельно проводить картографирование ландшафтов. Сделать это можно на основе космических снимков из открытых некоммерческих источников, например архива миссии Landsat. Но их ручная векторизация занимает много времени, а автоматизированное дешифрирование дает недостаточно качественные результаты.

Решением проблемы отсутствия данных может стать использование материалов проекта OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.org>). Использование этих данных регламентируется лицензией Open Data Commons Open Database License (OdbL) [17]. Согласно лицензии, на данные полученные из OpenStreetMap отсутствуют ограничения на копирование, использование и распространение. Но при любом виде использования данных обязательна ссылка на данные сообщества OpenStreetMap [17].

Особенностью данных является то, что они создаются пользователями OpenStreetMap на основании GPS-трекеров, открытых данных дистанционного зондирования, панорам улиц и других материалов, предоставляемых некоторыми компаниями. Данные OpenStreetMap для территории бассейна Мерлы представлены достаточно полно: прорисованы все автомобильные дороги, водные объекты, лесные массивы; имеется атрибутивная информация по объектам. Чтобы их получить из OpenStreetMap в векторном формате, были использованы регулярные выгрузки в формате shape-файлов, для территории бывшего СССР, предоставляемые сообществом GIS-Lab [18]. Необходимые слои были вырезаны из данных для территории Украины по маске бассейна Мерлы при помощи инструмента «Отсечение» программы QuantumGIS. Недостающие данные (границы населенных пунктов) были отвекторизованы по космическому снимку Landsat 5TM (съемка 2011 г.).

В настоящее время данные OpenStreetMap для белгородской части бассейна Ворсклы заполнены довольно слабо. По этой причине основным источником информации стал космический снимок Landsat 5TM (съемка 2011 г.). Эффективность использования данных Landsat для изучения ландшафтов лесостепи подтверждена существующими работами по дистанционному изучению ландшафтов Белгородской области [19].

После получения упорядоченного набора исходных данных было проведено выделение фрагментирующей инфраструктуры. Для каждого типа фрагментирующих объектов создан отдельный слой. После векторизации для дорог в таблицу атрибутов внесен тип дорог (железные дороги, автодороги федерального, областного, районного и местного значения), а для рек – ширина реки (более 12 м, от 12 до 6 м, менее 6 м). Эти атрибуты характеризуют степень преодолимости барьеров фрагментирующей сети. Затем линейные фрагментирующие объекты (дороги и реки) преобразовывались в площадные при помощи буферизации. После этого они объединялись с площадными фрагментирующими объектами (населенными пунктами и водоемами) в единый слой при помощи объединения (инструмент Union из набора ArcToolBox программы ArcGIS).

Для различных животных степень преодолимости одних и тех же антропогенных и природных барьеров различается. Поэтому, в соответствии с существующим подходом [6, 7], созданы три фрагментирующие сети (слабого, среднего и высокого уровня преодолимости). Для создания каждой фрагментирующей сети применялась выборка по атрибутам. Фрагментирующая сеть первого уровня (ФС-1) включает реки с шириной более 12 м, железные дороги и автомобильные дороги областного и федерального значения. Фрагментирующая сеть второго уровня (ФС-2) содержит все объекты ФС-1, реки с шириной от 6 до 12 м и автомобильные дороги районного значения. Фрагментирующая сеть третьего уровня (ФС-3) объединяет объекты ФС-2, все реки на исследуемой территории и автомобильные дороги местного значения. Также во все три фрагментирующие сети входят населенные пункты, пруды, водохранилища.

После создания фрагментирующих сетей было произведено их вырезание из бассейнов при помощи инструмента Erase из набора ArcToolBox программы ArcGIS. Для полученных слоев выполнено разбиение составных объектов и произведен расчет геометрии (площадь и периметр фрагментов). Эти данные затем были использованы при создании карт фрагментированности ландшафтов исследуемых территорий.

На основе информации о площади и периметре фрагментов для бассейна Мерлы определены количественные характеристики фрагментации: m_{eff} , SPLI, DIVI, SDEN и LDI [3]. Все они (кроме LDI) рассчитываются через показатель когерентности (C) – вероятности нахождения двух произвольно выбранных точек в пределах одного фрагмента территории. Она измеряется в долях от целого или процентах и рассчитывается по формуле:

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{F_g}}{n}, \quad (1)$$

где C – когерентность, F_i – площадь фрагмента, F_g – общая площадь территории, n – общее число фрагментов.



Эффективный размер ячейки (m_{eff} – effective mesh size) – это площадь, которая будет получена, если всю территорию разделить на одинаковые фрагменты, сохранив при этом существующую когерентность. По сравнению со средней площадью фрагмента эта характеристика показывает большую чувствительность к фрагментации.

$$m_{\text{eff}} = Fg \cdot C \quad (2)$$

Показатель плотности эффективных ячеек (SDEN – Splitting density) представляет собой число эффективных ячеек на единицу площади, т.е. плотность эффективных ячеек:

$$SDEN = 1/(Fg \cdot C) = 1/m_{\text{eff}} \quad (3)$$

Индекс расчлененности (SPLI – Splitting Index) показывает количество равных ячеек, на которое надо разделить территории, чтобы сохранился текущий показатель когерентности, т.е. общее количество эффективных ячеек на исследуемой территории:

$$SPLI = 1/C \quad (4)$$

Индекс разделения ландшафта (DIVI – Degree of landscape division) представляет собой вероятность того, что две произвольно выбранные точки лежат в разных фрагментах территории:

$$DIVI = 1 - C \quad (5)$$

Индекс изрезанности ландшафта (LDI – landscape dissection index), единственный из рассмотренных индексов, реагирует на врезание фрагментирующей сети в ландшафт без полного рассеяния. Это достигается за счет использования в расчете периметра фрагментов:

$$LDI = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{2 \sqrt{\pi Fg \sum_{i=1}^n F_i}} \quad (6)$$

где P_i – периметр фрагмента.

Полученные количественные значения позволили провести сравнение фрагментированности ландшафтов для изучаемых речных бассейнов.

Результаты и их обсуждение

Первичным результатом работы являются данные о фрагментирующей сети исследуемых территорий, собранные для трех иерархических уровней. Количественно они выражены в виде плотности фрагментирующей сети (табл. 1).

Таблица 1

Плотность фрагментирующей сети, км/км²

Фрагментирующая сеть	Бассейн	Общая	Антропогенная ¹	Гидрогенная
ФС-1	Ворскла	0.09	0.06	0.02
	Мерла	0.08	0.04	0.03
ФС-2	Ворскла	0.24	0.20	0.04
	Мерла	0.14	0.08	0.06
ФС-3	Ворскла	0.40	0.23	0.16
	Мерла	0.41	0.21	0.20

¹ Примечание. При расчете плотности фрагментирующей сети антропогенного происхождения использовались только объекты за пределами населенных пунктов.

В целом, для бассейна Мерлы плотность фрагментирующей сети меньше, чем у белгородской части бассейна Ворсклы. При этом бассейн Мерлы отличается большей плотностью гидрогенной фрагментирующей сети. Для третьего уровня фрагментирующей сети это обусловлено наличием многочисленных ирригационных каналов в поймах Мерлы и Мерчика. Система каналов была создана здесь в 1976–1978 гг. [20]. Что касается второго и третьего уровня фрагментирующих сетей, то более высокая гидрогенная фрагментация бассейна Мерлы связана с большей обводненностью территории, которой способствуют как климатический фактор, так и большая площадь здесь лесных массивов, играющих водоохранную роль.

Различия в плотности антропогенной фрагментирующей сети обусловлено системой расселения. Наиболее заметны они на втором уровне фрагментации. Меньшая фрагментированность бассейна Мерлы на этом уровне обусловлена меньшей протяженностью дорог районного значения, чем в белгородской части бассейна Ворсклы.

Сама по себе плотность фрагментирующей инфраструктуры уже позволяет оценить фрагментированность ландшафтов. Однако эта характеристика не является исчерпывающей. Так весьма близкой плотности фрагментирующей сети, число фрагментов может заметно от-



личаться, что ярко выражено на третьем уровне фрагментации (табл. 1, 2). Этот эффект связан с равномерностью фрагментации.

Таблица 2

Число фрагментов ландшафта для белгородской части бассейна Ворсклы и бассейна Мерлы

Фрагментирующая сеть	Бассейн	Размер крупнейшего фрагмента, км ²	Число фрагментов				
			Общее	> 50 км		> 100 км	
				Шт.	км ² / %	Шт.	км ² / %
ФС-1	Ворскла	830	60	5	2145/94	5	2145/94
	Мерла	1488	34	2	1714/85	2	1714/85
ФС-2	Ворскла	289	129	14	1956/86	10	1654/73
	Мерла	1060	50	4	1565/77	3	1486/73
ФС-3	Ворскла	160	237	13	1219/54	5	677/30
	Мерла	223	178	9	943/47	3	544/27

На всех уровнях фрагментации для бассейна Мерлы, в сравнении с частью бассейна Ворсклы, характерно меньшее число фрагментов, на которые расчленена территория. При этом максимальный размер фрагмента достигает больших величин (см. табл. 2).

Фрагментированность как бассейна Мерлы, так и Белгородской части бассейна Ворсклы неравномерна, что хорошо видно на полученных картах фрагментированности (рис. 2, 3). Чем выше уровень фрагментации, тем сильнее ее неоднородность в пространстве. На первом уровне ареалы повышенной фрагментированности ландшафтов связаны с зонами влияния крупных региональных экономических центров. На втором уровне такие ареалы сосредоточены вдоль магистралей, обеспечивающих межрегиональное и внутрирегиональное транспортное сообщение. На третьем уровне фрагментированность становится более однородной, но становятся заметными ареалы с наименьшей фрагментацией. Они приурочены к периферийным участкам, удаленным от основных центров хозяйственного освоения. Для белгородской части бассейна Ворсклы таковыми являются территории вдоль границы с Украиной, а также вдоль границ административных районов. В бассейне Мерлы наиболее крупные фрагменты сосредоточены в южной его половине.

Следует отметить одну значимую особенность фрагментации исследуемых бассейнов: наиболее крупные фрагменты заполнены преимущественно пашней, сочетающейся с овражно-балочными комплексами и байрачными лесами. Поэтому такие фрагменты, несмотря на свой размер, имеют пониженное значение для сохранения биоразнообразия. А их видовой состав представлен преимущественно видами, которые хорошо адаптированы к условиям агроландшафтов.

Проблема фрагментированности на исследуемой территории остра именно потому, что наиболее значимые площади лесов и пойм приурочены к мелким фрагментам территории. Такое состояние возникло вследствие наложения пространственной структуры расселения на изначальную структуру ландшафтов. Для лесостепной зоны характерна приуроченность крупных лесных массивов к речным долинам (нагорные дубравы на правом берегу и сосновые боры на левобережных террасах). Поскольку заселение территории шло также вдоль речных долин, то параллельно им и прошли основные транспортные магистрали, фрагментируя лесные массивы и поймы.

Стоит, однако, отметить, что в бассейне Мерлы сохранились крупные массивы сосновых боров, которые по площади сопоставимы с сохранившимися нагорными дубравами. В то время как в белгородской части бассейна Ворсклы лиственные леса преобладают над хвойными. То есть для бассейна Мерлы характерно сочетание меньшей фрагментированности с более сбалансированной структурой ландшафтов. Видимо это явилось одним из факторов, способствовавшим лучшей сохранности здесь реликтовых ландшафтов, по сравнению с Белгородской частью бассейна Ворсклы [14].

Показатели фрагментированности изучаемых территорий приведены в таблице 3. В целом бассейн Мерлы оказался менее фрагментированным, чем белгородская часть Ворсклы. Это характерно для всех трех уровней фрагментации, но наибольшие различия существуют на втором уровне, что обусловлено различием в протяженности и конфигурации сети дорог районного значения. В бассейне Мерлы они проходят радиально, начинаясь в окрестностях Харькова. А в белгородской части бассейна Ворсклы они распределены более равномерно, напоминая прямоугольную сеть.

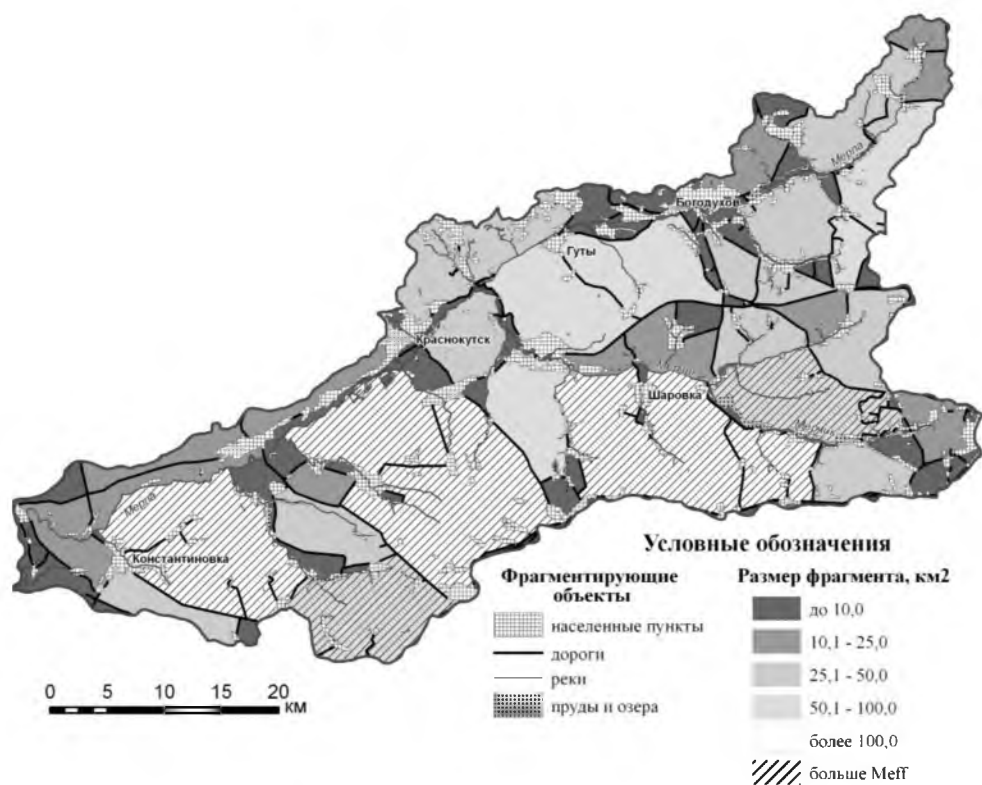


Рис. 2. Рассечение ландшафтов бассейна Мерлы фрагментирующей сетью третьего уровня

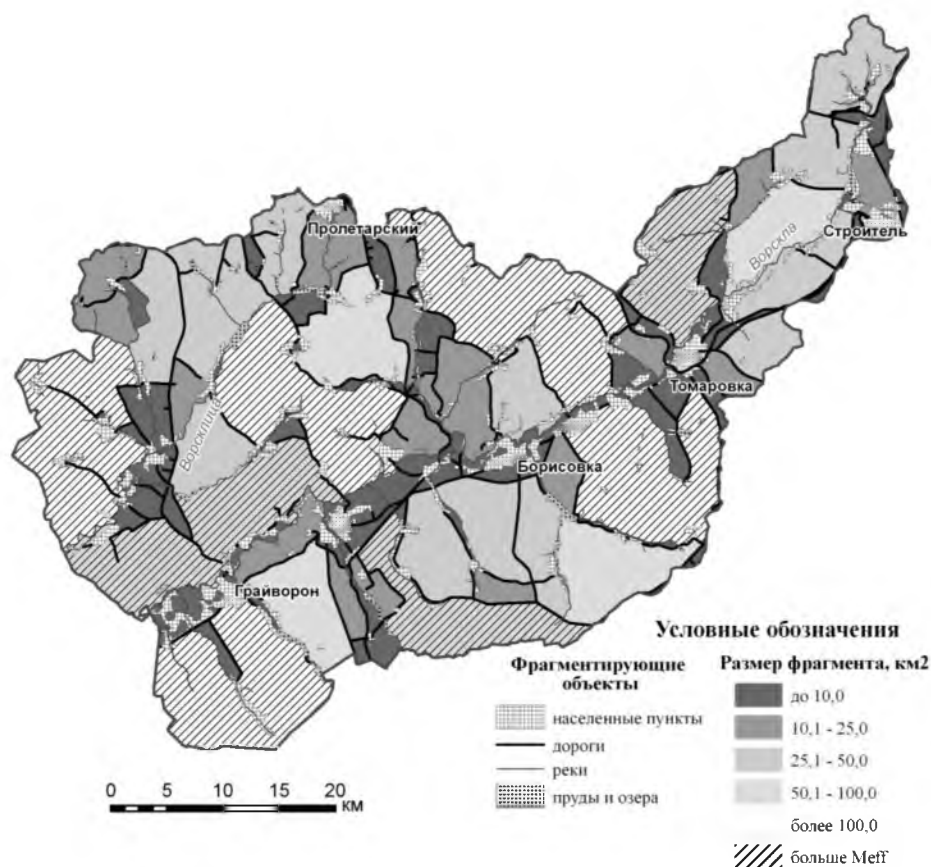


Рис. 3. Рассечение ландшафтов белгородской части бассейна Воросклы фрагментирующей сетью третьего уровня



Таблица 3

Показатели фрагментации белгородской части бассейна Ворсклы и бассейна Мерлы

Фрагментирующая сеть	Бассейн	C, %	m_{eff} , км ²	SDEN, шт./1000 км ²	SPLI, шт.	DIVI, %	LDI
ФС-1	Ворскла	36	830	1.21	3	64	0.23
	Мерла	55	1118	0.90	2	45	0.28
ФС-2	Ворскла	6	146	6.85	15	94	0.32
	Мерла	30	605	1.39	3	70	0.27
ФС-3	Ворскла	3	68	14.71	34	97	0.40
	Мерла	4	73	13.27	28	96	0.44

На сегодняшний день для всех стран Европейского союза определена величина эффективной ячейки на втором уровне фрагментации [5]. Она колеблется от 7.40 км² у Люксембурга до 2525.04 км² у Норвегии. А среднее европейское значение составляет 573 км². То есть фрагментированность Мерлы выше среднеевропейского уровня. Большой размер эффективной ячейки, имеют только Румыния, Норвегия, Швеция и Финляндия. У белгородской части бассейна Ворсклы размер эффективной ячейки меньше среднеевропейского и меньше, чем у таких стран как Австрия, Болгария, Испания, Греция, Ирландия, Лихтенштейн, Словакия, Великобритания, Румыния, Норвегия, Швеция и Финляндия [5].

Тем не менее, проведенное сравнение с показателями для стран Евросоюза, пока еще не позволяет делать однозначные выводы. Для прояснения ситуации здесь нужны дополнительные исследования барьерной роли объектов фрагментирующей инфраструктуры, так как реальная интенсивность движения и специфика инженерного обустройства дорожного полотна не всегда в России и Украине соответствует их статусу, как в странах Евросоюза.

Из всех показателей фрагментированности более других обращает на себя внимание LDI. Это единственный показатель из рассмотренных, который указывает на большую фрагментированность бассейна Мерлы, по сравнению с Белгородской частью бассейна Ворсклы (на первом и третьем уровне). Это указывает на то, что в бассейне Мерлы получило распространение неполное рассечение, когда объекты фрагментирующей инфраструктуры врезаются в ландшафт, не разделяя его до конца на части.

Выводы

1. Проведенное исследование показало возможность сравнения по показателям фрагментированности территорий в сопредельных областях России и Украины. При этом возможность сравнения полученных результатов с показателями для европейских стран пока остается спорной и требует дополнительных исследований.

2. Бассейн Мерлы отличается меньшей фрагментацией, чем белгородская часть бассейна Ворсклы. При этом белгородская часть бассейна Ворсклы фрагментирована более равномерно. Наибольшие различия проявляются на втором уровне фрагментации, что связано с различиями в развитии инфраструктуры дорог районного значения.

3. На обеих исследуемых территориях повышенными показателями фрагментированности территории характеризуются наиболее значимые в природоохранном плане ландшафты пойм и лесов, приуроченных к долинам рек. А наиболее крупные фрагменты заполнены преимущественно пашней, сочетающейся с овражно-балочными комплексами и байрачными лесами. Это, несмотря на размер фрагментов, снижает их значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия.

4. Для бассейна Мерлы характерно сочетание меньшей фрагментированности с более сбалансированной структурой ландшафтов, что вероятно способствовало лучшей сохранности здесь реликтовых ландшафтов, по сравнению с российской частью бассейна Ворсклы.

5. Полученные в ходе исследования данные о конфигурации фрагментирующих сетей и степени фрагментированности территории могут стать основой ряда новых исследований, посвященных оценке барьерной роли антропогенной фрагментирующей инфраструктуры (дорожная сеть) и гидрогенной фрагментирующей инфраструктуры (реки).

6. Представленные данные о конфигурации фрагментирующих сетей могут лечь в основу работ по оптимизации экологической сети бассейнов рек и разработки искусственных инженерно-технических элементов экокоридоров.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект 13-05-90915-мол-ш-нр.



Список литературы

1. Оценка состояния генофонда природных популяций позвоночных животных в условиях фрагментированного ландшафта Москвы и Подмоскovie (на примере бурых лягушек) / В.М. Макеева, М.М. Белоконов, О.П. Малюченко, О.А. Леонтьева // Генетика. – 2006. – №4. – С. 15.
2. Andren H. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat, new data // *Oikos*. – 1999. – №84. – Pp. 306–308.
3. Jaeger. J. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation // *Landscape Ecology*. – 2000. – №15. – Pp. 115–130.
4. Landschaftszerschneidung in Baden-Württemberg: Ergebnisse einer landesweiten räumlich differenzierten quantitativen / J. Jaeger, H. Esswein, H.-G.S. Raumer, M. Müller // *Naturschutz und Landschaftsplanung*. – 2001. – №33 (10). – Pp. 305–315.
5. Landscape fragmentation in Europe / J. Jaeger, T. Soukup, L.F. Madriñán et al. // Joint EEA-FOEN report. EEA Report. – 2011. – №2/2011. – Veröffentlicht von der Europäischen Umweltagentur (EEA) und dem Schweizerischen Bundesamt für Umwelt (FOEN). Luxembourg, Publications Office of the European Union. – 87 s. – Erhältlich in gedruckter Form und als PDF online: <http://www.eea.europa.eu/publications/landscape-fragmentation-in-europe/>
6. Esswein H., Schwarz von Raumer H.-G. Darstellung und Analyse der Landschaftszerschneidung in Bayern // Endbericht, im Auftrag des Landesamtes für Umweltschutz Bayern. Unveröffentlicht. – 2003 – 43 s. – http://www.lfu.bayern.de/natur/landschaftszerschneidung/unzerschnittene_raeume/doc/bericht_lz_bz_06.pdf
7. Esswein H., Schwarz von Raumer H.-G. Analyse der Landschaftszerschneidung in Hessen // Endbericht, im Auftrag des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie. Unveröffentlicht. – 2004. – 34 s. – <http://www.hlug.de/fileadmin/dokumente/nachhaltigkeit/landzerschneidung.pdf>
8. Jaeger J., Bertiller R., Schwick C. Degree of landscape fragmentation in Switzerland: Quantitative analysis 1885–2002 and implications for traffic planning and regional planning. // Condensed Version. Bundesamt für Statistik, Neuchâtel. – 36 p. – Online English: <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/en/index/themen/02/22/publ.html?publicationID=2992>
9. Landschaftszerschneidung in Südtirol (Italien): Ein neues Verfahren zum Umgang mit den Grenzen von Untersuchungseinheiten bei der Messung des Zerschneidungsgrades / B. Moser, J. Jaeger, E. Tasser et al. // *Raum-Zeit – Probleme in der Kulturlandschaft. Tagungsband zur 6. Jahrestagung der IALE-Region Deutschland*. – 2005. – Ss. 81–83.
10. Украинский П.А. Изучение фрагментации ландшафтов Белгородской части бассейна Ворсклы при помощи ГИС и ДИЗ // Материалы конференции «Экология. Экономика. Информатика» (8–13 сентября 2013 г.). – Т. 2. Геоинформационные науки и экологическое развитие: новые подходы, методы, технологии. Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – Ростов-на-Дону. Изд-во ЮФУ, 2013. – С. 196–201.
11. Физико-географическое районирование СССР (Характеристика региональных единиц) / Под. ред. проф. Н.А. Гвоздецкого. – М.: Моск. ун-та, 1968 – 576 с.
12. Смелянский И.Э. Биоразнообразие сельскохозяйственных земель России: современное состояние и тенденции. – М.: МСОП – Всемирный Союз Охраны Природы, 2003. – 56 с.
13. Оценка рекреационной нагрузки и биологической значимости овражно-балочных комплексов как опорных элементов экологического каркаса Белгородской области / Е.А. Стапенко, А.Г. Корнилов, А.В. Присный и др. // *Научные ведомости БелГУ. Сер. «Естественные науки»*. – 2010. – №9 (80). – Вып. 11. – С. 86–90.
14. Ключові водно-болотні угіддя Харківської області: сучасний стан та відповідність критеріям Рамсарської Угоди / М.В. Банік, А.А. Атемасов, Г.Л. Гончаров та ін. // *Заповідна справа в Україні*. – 2013. – Т. 19. – №1. – С. 1–5.
15. Land accounts for Europe 1990–2000: Towards integrated land and ecosystem accounts, EEAReport. – 2006. – № 11/2006. – Online: http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2006_11/en.
16. Rolf Harbeck. Jahre ATKIS, und die Entwicklung geht weiter. In: *Vermessung Brandenburg, Heft*. – 2001. – 1/2001. – Online: http://www.geobasis-bb.de/GeoPortal1/produkte/verm_bb/pdf/101_s3-14.pdf
17. Селиверстов. О.Ю. OpenStreetMap для задач ООПТ // Материалы научно-методического семинара «ГИС и заповедные территории» (13–14 апреля 2013 г., Харьковская область, Краснокутский р-он, с. Владимировка). – Харьков: Мадрид, 2013. – С. 21–26.
18. Дежин А. Данные OpenStreetMap в формате shape-файлов. – 2011. – Online: <http://gis-lab.info/qa/osmshp.html>
19. Использование данных многозональной космической съемки для анализа свойств почвы и растительности в условиях европейской лесостепи / О.А. Чепелев, П.А. Украинский, В.И. Соловьев и др. // *Вестник ВГУ. Серия «География. Геоэкология»*. – 2009. – №1. – С. 55–60.
20. Про затвердження акта державної приймальної комісії про прийняття в експлуатацію повністю закінчених будівництвом меліоративних систем у заплаві рік Мерла і Мерчик в Харківській області: Постанова Ради Міністрів Української РСР від 16 січня 1978 р. №38. – 1978. – Режим доступу: [http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/KP780038.html] (дата звернення: 20.04.13).



COMPARATIVE ANALYSIS OF LANDSCAPE FRAGMENTATION IN THE VORSKLA AND THE MERLA RIVER BASINS (KHARKOV REGION, UKRAINE)

A.P. Biatov¹,
P.A. Ukrainsky²,
A.G. Narozhnyaya²

¹*National Nature Park
«Slobozhanskiy», 15 Zarechnaya St.,
urban vil. Krasnokutsk, Kharkov
region, 62000, Ukraine*

E-mail: anton.biatov@gmail.com

²*Belgorod State National Research
University, 85 Pobedy St., Belgorod,
308015, Russia*

Transboundary research of landscape fragmentation in the upper part of the Vorskla River basin (for the Belgorod part of the Vorskla basin in Russia and the Merla basin in Ukraine) is carried out. Landscape fragmentation of the studied territory is evaluated for the first time using European technique of quantitative evaluation, adapted for conditions of CIS forest-steppe zone. The workability of free available spatial data (Landsat satellite images and OpenStreetMap data) in the landscape ecological research is demonstrated.

Key words: the river basins, fragmentation indices, landscape fragmentation, Landsat, OSM.