

УДК: 911.9

DOI: 10.35595/2414-9179-2021-3-27-323-334

В.А. Крюков¹, Е.И. Голубева²

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ПРИРОДООХРАННЫХ РЕЖИМОВ ГОРОДСКОЙ ООПТ В ГИС-СРЕДЕ

АННОТАЦИЯ

Масштаб трансформаций функциональных зон, соответствующих природоохранных режимов, степени уязвимости природных комплексов к антропогенной нагрузке, трансформаций границ, изменений экосистемного потенциала (рассчитанных двумя путями: на основе величины экосистемных услуг биогеоценозов и законодательно установленного функционального зонирования и природоохранных ограничений) оценен на примере природного заказника «Долина реки Сетуни» (Москва, Россия) с использованием открытого программного обеспечения QGIS и InVEST и открытых пространственных данных. Увеличившиеся в некоторых случаях более чем в 2 раза значения показателей ландшафтной метрики (в особенности коэффициента оптимальной формы), исключение участков и их компенсация удаленными от основного массива ООПТ долинными участками, значение средневзвешенной разности экосистемных потенциалов, рассчитанных двумя способами, равное -4,8 (по шкале от -20 до +20), снижение площади зон со строгими природоохранными ограничениями с 35% до 11% – все это указывает на значительные негативные трансформации и преобладание участков негативного зонирования с чрезмерно мягкими природоохранными режимами.

Наряду с увеличением рекреационного потенциала ООПТ, одной из главных причин происходящих изменений является возведение крупных объектов транспортной инфраструктуры, в меньшей степени – инженерных, социальных и административных объектов. Сопутствующее увеличение плотности дорожной и тропиной сети приводит к фрагментаризации ядер ООПТ и снижению их способности исполнять основную цель заказника – сохранение природных и культурных комплексов, а также биоразнообразия. Результаты анализа изменений указывают на перекоп в триаде устойчивого развития «природа-общество-экономика» относительно рассматриваемого заказника в сторону последних двух компонентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ООПТ, ГИС, городская экология, функциональное зонирование, трансформации ООПТ.

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия, *e-mail*: vitkryukov@gmail.com

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Ленинские горы, д. 1, 119991, Москва, Россия. *e-mail*: egolubeva@gmail.com

Vitaly A. Kryukov¹, Elena I. Golubeva²

ASSESSMENT OF URBAN PROTECTED AREAS REGULATIONS CHANGES USING GIS SOFTWARE

ABSTRACT

The scale of functional zones transformations, related nature conservation regulations, vulnerability of ecosystems to human impact, PAs borders transformations, changes of ecosystem potentials (estimated in two ways: on the basis of ecosystem services value and functional zoning and PAs restrictions established by law) is assessed in case study PA – Setun valley nature reserve (Moscow, Russia). Free open-source softwares QGIS and InVEST, open-access spatial data were used. Crucial negative transformations and predominance of negative zoning areas with too mild nature protection regimes have been revealed: landscape metrics indices rise (some of them more than doubled, especially coefficient of ideal form), exclusion of some PA part and its compensations with valley parts that are lie further away from main PA part, average-weighted ecosystem potentials difference estimated in two ways is -4.8 (possible values range from -20 to +20), reduction of zones with strict nature protection restrictions from 35% to 11%. Growth of recreational potential and construction of large transport objects are the crucial causes of current negative changes in case-study reserve at the same time, construction of engineering, social and administrative facilities are the secondary causes. Associated rise of road and pedestrian network is leading to PAs cores fragmentation and decrease of its ability to complete the main reserve goal – a conservation of natural and cultural complexes and biodiversity. The results of case-study reserve transformations analysis demonstrate an imbalance in sustainable development triad “nature-society-economy” in favour of last two components.

KEYWORDS: protected areas, GIS, urban ecology, functional zoning, PADDD.

ВВЕДЕНИЕ

Современная городская среда из-за острой нехватки свободного места является местом сосредоточения различных конфликтов природопользования, среди которых отдельное место занимают особо охраняемые природные территории (ООПТ). Рост городов и распространение городского образа жизни неминуемо приводят к снижению экосистемного потенциала особо ценных участков экологического каркаса города, увеличивают потенциально возможную техногенную нагрузку на природные рефугиумы, которые существуют даже в городах в виде ООПТ. Также, в городах происходят качественные изменения в планировочных структурах, связанные с острой нехваткой места, джентрификацией, требованиям к комфортности проживания и растущим спросом на улучшение экологической ситуации [Махрова и др., 2013].

Городские ООПТ обычно богаты как и условно природными, так и преобразованными и продолжающимися формироваться культурными ландшафтами [Исаченко, 2020]. Для устойчивого развития между этими составляющими необходим компромисс, т.е. ООПТ должна обладать эффектом функциональной поляризации и иметь

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia, e-mail: vitkryukov@gmail.com

² Moscow State University, Faculty of Geography, Leninskie Gory 1, 119991, Moscow, Russia. e-mail: egolubeva@gmail.com

зонирование. Тем не менее, многие городские ООПТ в России и зарубежом не включены в систему функционального зонирования, и на них действует единый свод ограничений и разрешений, как, например, в Санкт-Петербурге¹. В Москве практика зонирования крупных ООПТ в составе проектов планировки распространилась с 2002 г., а в 2020 г. для всех ООПТ, за исключением ботанических садов, появились новые, более детальные, версии функционального зонирования в составе Положений об ООПТ.

В настоящее время площадь 139 ООПТ Москвы составляет более 19000 га (в границах до присоединения Новой Москвы – почти 18% от площади города). Это самый высокий показатель из российских городов с населением больше миллиона человек. Тем не менее, если рассматривать и Новую Москву, в которой ООПТ полностью отсутствуют, а есть категория земель с более низким охранным статусом (особо охраняемые зелёные территории – ООЗТ), то этот показатель составит 7,5%.

Характерная особенность ООПТ Москвы – присутствие функционального зонирования практически на всех территориях, что является важным инструментом для распределения потоков посетителей. Тем не менее, по состоянию на апрель 2021 года, зоны со сравнительно строгими природоохранными ограничениями в целом занимают всего лишь 7,8%, а прогулочные зоны составляют более 60% от общей площади ООПТ. Природоохранные ограничения внутри зон с одними и теми же названиями могут довольно значительно различаться (на отдельных участках может быть разрешено возведение инженерных коммуникаций, в то время как на других этот вид деятельности оказывается под запретом).

В качестве ключевой территории исследования рассматривается природный заказник «Долина реки Сетуни» на западе г. Москвы площадью около 700 га, охватывающий преимущественно нижнее и среднее течение р. Сетуни (правый приток р. Москвы) и её некоторые мелкие притоки. Несмотря на относительно большую для городской ООПТ площадь, ширина долины с охранным статусом в 100-150 м – частая для заказника ситуация.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для определения трансформаций границ во времени использовались пространственные данные из законодательных актов правительства Москвы об изменениях границ природных территорий на основе онлайн-портала «ООПТ России»² и Вестника Мэра и правительства Москвы с графическими приложениями. При привязке изображений с исключаемыми/включаемыми участками использовались растры, а не поворотные точки границ участков по причине того, что их координаты приведены в местной системе МГТТ, параметры перехода из которой в общеизвестные отсутствуют в открытом доступе. Этим обусловлены погрешности при определении включаемых или исключаемых участков, частично компенсированные пространственными данными Росреестра³ о границах земельных участков. Тем не менее, основные закономерности изменений границ видны и с использованием описанного способа. Кроме того, для момента вывода/ввода участков из/в использование и на настоящий момент определялся характер использования и растительности участка (при её наличии) с использованием разновременных снимков высокого разрешения Google Earth Pro, находящихся в открытом доступе.

¹ Сайт ГКУ «Дирекция особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга». Электронный ресурс: <http://oopt.spb.ru/> (дата обращения 24.03.2021).

² Портал «ООПТ России». Электронный ресурс: <http://oopt.aari.ru/> (дата обращения 24.03.2021).

³ Публичная кадастровая карта России. Электронный ресурс: <https://pkk.rosreestr.ru/> (дата обращения 24.03.2021).

Для определения метрических показателей ООПТ использовались границы ООПТ и двух видов функциональных зон¹: заповедные участки (фактически отсутствуют в долине Сетуни) и зоны охраняемого ландшафта. Такие показатели ландшафтной метрики, как коэффициенты оптимальной формы O , расчлененности P , фрагментарности Φ , соседства C , помогают определить степень фрагментированности природных комплексов, близость их формы к идеальной (кругу), удаленность отдельных патчей (участков ООПТ) друг от друга, наличие буферных зеленых зон поблизости [Shumaker, 1996; Jaeger, 2000; Hawbaker, etc., 2006; Bhardwaja, Kumarb, 2019] (бóльшие значения показателей указывают на бóльшую фрагментированность, расчлененность, меньшую близость к оптимальной форме и т.д.). В совокупности с распределением потоков посетителей и характером близлежащей застройки по этим показателям возможно оценить уязвимость природных комплексов к антропогенной нагрузке. В нашем случае в качестве расчетных единиц использовались не ландшафтные объекты, а ООПТ в целом, их отдельные патчи и природоохранные ядра – зоны с самыми строгими ограничениями деятельности. Показатели ландшафтной метрики были рассчитаны через свободный модуль FragScare среды QGIS.

Кроме того, были сравнены два варианта границ и ядер ООПТ по состоянию на 2006 год, когда была утверждена территориальная схема сохранения и развития долины Сетуни и появилась первая версия функционального зонирования. Общие изменения можно оценить после геопространственной привязки растрового изображения черно-белых схем территориальной схемы.

Для оценки экосистемного потенциала E ООПТ использовались две методики:

1. E_1 , рассчитанный по планировочным ограничениям в градостроительной системе Москвы в последней версии 2020 г. (размещение функциональных зон, соответствующие режимы охраны и размещение капитальных строений). Оценка проводилась с помощью взвешенной балльной шкалы от 0 до 20, при которой каждому расчетному участку (пересечение функциональных зон и капитальных объектов) присваивалось собственное значение E_1 (так, у зон охраняемого ландшафта – 17, у прогулочных зон с размещенными инженерными сетями – 5, у застроенных участков третьих лиц – 0) с использованием среды QGIS.

2. E_2 , рассчитанный по величине экосистемных услуг, предоставляемых природно-территориальными единицами. Для определения в общих чертах биогеоценотической структуры территории использовался снимок Landsat 8, подвергнутый классификации с обучением (табл. 1). Кроме этого выделялись участки антропогенных ландшафтов (строения и прилегающее культурное озеленение; участки, практически полностью утратившие почвенно-растительный покров). Для определения относительной величины экосистемных услуг и ранжирования отдельных участков по экосистемному потенциалу E_2 использовалось открытое программное обеспечение InVEST², позволяющее рассчитывать 18 видов экосистемных услуг. Среди них были отобраны 6 моделей: Carbon Storage and Sequestration (депонирование и секвестрация углерода), Crop Pollination (опыление), Habitat Quality (качество среды обитания), Water Purification (Nutrient Delivery Ratio) (накопление биогенных веществ и очистка водных ресурсов, Urban Cooling (снижение эффекта городского острова тепла). Так, среди входных параметров для

¹ Интегрированная автоматизированная информационная система обеспечения градостроительной деятельности города Москвы. Электронный ресурс: <https://isogd.mos.ru/isogd-portal/gis/none/none> (дата обращения 24.03.2021).

² InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs). Электронный ресурс: <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest> (дата обращения 24.03.2021).

модели Carbon Storage and Sequestration, помимо пространственного распределения биогеоценозов, использовалось среднее содержание углерода в наземной и подземной биомассе, а также отпаде, стоимость тонны выбросов CO₂ [Nelson, etc., 2009], а в модели Habitat Quality – набор возможных угроз биоразнообразию (вырубка, рекреационная активность, прокладка дорог, инженерных коммуникаций и т.д.), максимальное расстояние, через которое угрозы будут в заметной степени влиять на местообитания, вес каждой угрозы в уязвимости местообитаний, характер снижения степени угрозы с расстоянием (линейный или экспоненциальный), степень уязвимости биогеоценозов к угрозам по балльной шкале [Тишков, 2005; Prugh, etc., 2008].

Табл. 1. Биогеоценозы и антропогенные ландшафты, выделенные при управляемой классификации
Table 1. Ecosystems and anthropogenic landscapes designed on the basis of supervised classification

№	Тип	Вид		
		Преимущественно открытые	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
1	Субквальные подтопленные или заболоченные комплексы долин рек и малых водотоков	Преимущественно открытые	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
2	Преимущественно хвойные леса	–	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
3	Смешанные леса	–	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
4	Преимущественно мелколиственные леса	–	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
5	Заболоченные участки/низинные и переходные болота у водоразделов	–	Полуоткрытые/полузакрытые	Преимущественно закрытые
6	Окультуренные редколесья и насаждения кустарников паркового типа	Преимущественно открытые	Полуоткрытые/полузакрытые	–
7	Сухие и переходные луга	Открытые	–	–
8	Участки с преимущественно снятым почвенно-растительным покровом		–	
9	Застроенные участки и культурные насаждения вблизи		–	

Как видно, принципиальное различие между двумя указанными методиками заключается в источниках информации и юридическом признании зонирования. Экосистемный потенциал, рассчитанный с помощью этих подходов, должен различаться из-за интенсивной антропогенной нагрузки в городе на условно естественные природные комплексы. Для определения несоответствия формального функционального зонирования и реальной ценности экосистемных услуг в среде QGIS проводилась операция взвешенного оверлея векторных полигональных слоев E_1 и E_2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Геоинформационное обеспечение оценки потенциала городской ООПТ имеет ряд отличительных особенностей:

– Относительно широкий набор данных, потенциально имеющих высокую значимость для исследований в области экологии города. Тем не менее, в основном, они касаются объектов социальной инфраструктуры, интенсивности использования территории, негативных источников воздействия на природную среду. Компоненты природной среды, хотя и широко изучаемые специалистами-географами, экологами, биологами, почвоведом и т.д. в большей степени требуют проведения собственных специальных исследований;

– Обилие открытых данных государственных структур, имеющих высокую точность, однако, не очень высокую актуальность, и открытых данных онлайн-пользователей, благодаря которым повышается охват территорий с относительно высокой детальностью данных. Последний вид данных отличается большей легкостью доступа по сравнению с пространственной информацией законодательных актов, касающихся ООПТ;

– Относительная простота получения новых пространственных данных о состоянии компонентов ландшафта в ходе геоэкологических исследований в связи с удобством доступа на большинство ООПТ и их близостью. Однако, важными препятствиями являются закрытые территории, на которых расположены различные сторонние пользователи (объекты здравоохранения, культуры и образования, рекреационной, транспортной и инженерной инфраструктуры, административные объекты);

– Высокий уровень заинтересованности горожан в создании комфортной среды для рекреации на ООПТ, информированность о происходящих конфликтах природопользования и относительно широкий охват в СМИ и социальных сетях сущности и локализации конфликтов природопользования, нарушений компонентов природной среды.

В долине реки Сетуни техногенные процессы трансформации условно естественных ландшафтов находят весьма яркие проявления. В настоящее время она представляет собой сильно расчленённую и фрагментированную долину с преобладанием мягких природоохранных ограничений. Существующее функциональное зонирование имеет яркий диссонанс между природоохранной деятельностью и общественной и экономической: условно природные зоны со строгими природоохранными ограничениями занимают около 11%, а административно-хозяйственные участки и зоны третьих лиц в сумме 32% (почти в 3 раза выше), в то время как территориальной схемой ООПТ 2006 года была предусмотрена площадь заповедных участков на уровне около 35%, суммы административно-хозяйственных участков и третьих лиц – около 25%. Между существующим подходом к природоохранным режимам долины Сетуни и, к примеру, подходом к национальным паркам Германии (поставлена цель достигнуть площади заповедной зоны не менее 75% от площади каждого национального парка)¹ существует слишком огромная разница.

Снижение площади зон со строгими ограничениями (ядер) примерно в 3 раза повлекло и снижение их устойчивости к потенциальному антропогенному воздействию, что проявилось в изменениях показателей ландшафтной метрики (табл. 2). Показатели оптимальной формы, расчлененности, фрагментарности границ ООПТ возросли более чем в 2 раза, что указывает на значительное снижение устойчивости ООПТ к потенциальным

¹ Nationale Naturlandschaften. Evaluation of German National Parks. Электронный ресурс: <http://www.europarc-deutschland.de/wp-content/uploads/2012/10/Evaluation-of-German-National-Parks.pdf> (дата обращения 24.03. 2021).

антропогенным воздействиям. Оптимальность формы природоохранных ядер в настоящее время также сильно уменьшилась, в то время как расчлененность и фрагментарность изменились мало. Единственную позитивную для охраны природного наследия динамику показал коэффициент соседства для ядер ООПТ, значения которого снизились, так как при сокращении заповедных участков их стали окружать другие зоны, играющие роль буфера.

Табл. 2. Показатели ландшафтной метрики заказника «Долина реки Сетуни»

Table 2. Landscape metrics indices of Setun valley reserve

Показатели ландшафтной метрики	Границы ООПТ		Ядра ООПТ	
	2006	2021	2006	2021
<i>O</i> (коэффициент оптимальной формы)	1,59	3,13	7,29	15,02
<i>P</i> (коэффициент расчлененности)	4,18	8,28	9,33	10,89
<i>Φ</i> (коэффициент фрагментарности)	1	2,57	10,74	12,4
<i>C</i> (коэффициент соседства)	7,21	7,57	26,31	6,4

Среди видов антропогенной деятельности наиболее масштабным является рекреационная активность, однако, широко распространены и другие (возведение объектов транспортной, инженерной, общественной, административно-хозяйственной инфраструктуры). Именно создание крупных линейных транспортных объектов приводило к наиболее масштабным перекройкам границ ООПТ, фрагментации охраняемых участков, увеличению количества патчей. Сокращение площади ООПТ невозможно без компенсации, поэтому заказник постепенно расширялся в сторону верховий (рис. 1, фрагмент 1), в то время как в других частях исключались пространства, предназначенные для строительства (рис. 1, фрагмент 2). Наибольшие по площади трансформации произошли ещё в 2016 г., а площадь исключенных/включенных за все годы участков достигает примерно 16% от максимально возможной площади ООПТ, причём около 38% площади от когда-либо исключенных участков было исключено в 2006 г. для строительства проспекта генерала Дорохова и жилых комплексов в нижнем течении р. Раменка (рис. 1, фрагмент 2).

Преимущественно ранее исключенные участки теперь заняты жилыми строениями, уже построенными или в стадии возведения, в меньшей степени – транспортными объектами и нежилыми строениями (рис. 2). До отмены природоохранного статуса эти территории в основном были заняты мелколиственными и смешанными лесами, однако застроенные участки и пространства с деградировавшим растительным покровом тоже занимали значительную площадь (около 25%) (рис. 2). Таким образом, частично исключенные участки уже были застроены и значительно трансформированы, несмотря на наличие охранного статуса. Что касается включенных участков, в настоящее время здесь преимущественно распространены субквальные залесенные пространства и мелколиственные леса, однако, в малых количествах присутствуют и сильно трансформированные территории. Стоит отметить, что около 35% от площади включенных участков ранее были зарезервированы под создание других малых ООПТ – заказников «Долина реки Наверашки» и «Долина реки Сетунь в Солнцево».

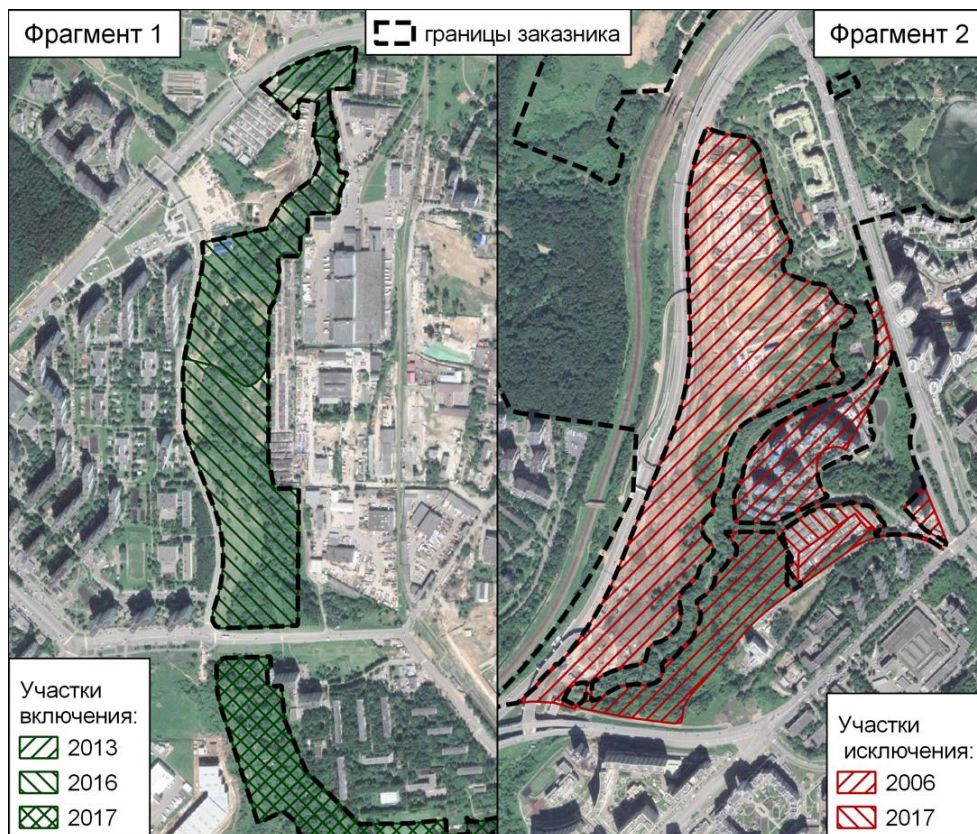


Рис. 1. Характерные изменения границ заказника «Долины реки Сетунь»

Fig. 1. Specific changes of Setun valley reserve borders

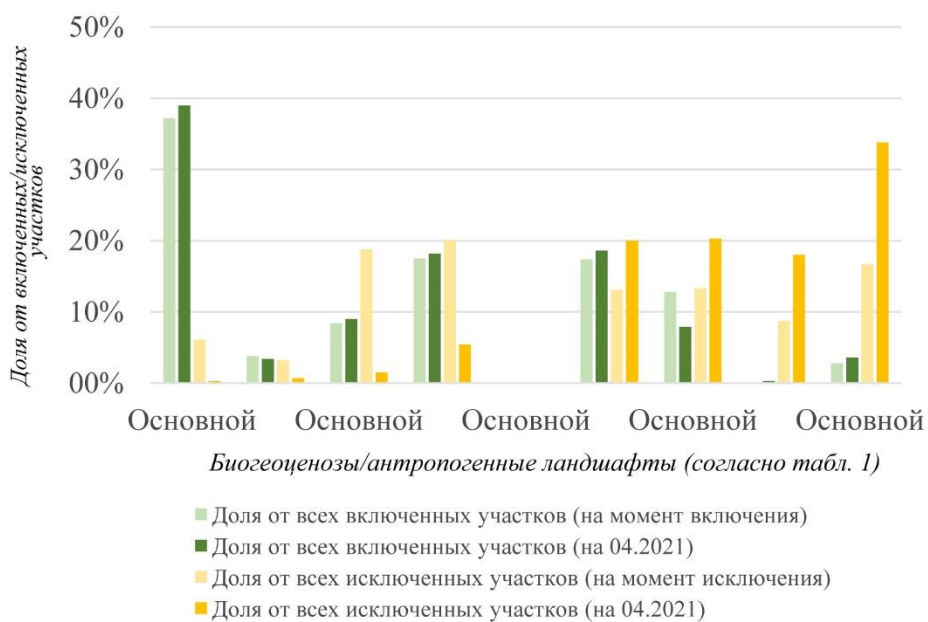


Рис. 2. Распределение исключенных и включенных участков ООПТ по биогеоценозам/характеру использования антропогенных ландшафтов (описание № 1–9 приведено в табл. 1)

Fig. 2. Excluded and included PAs parts according to ecosystems/land use of anthropogenic landscapes (№ 1–9 description is given in table 1)

Полученные значения экосистемного потенциала и E_1 , и E_2 значительно различаются в пространстве (рис. 3): E_1 наиболее высок у пойменных участков в границах водоохранных зон преимущественно в среднем течении Сетуни, наиболее низок в центральной части заказника, где расположены многочисленные объекты здравоохранения, закрытые территории специального назначения и железнодорожное полотно; область распространения максимальных значений E_2 шире и охватывает в том числе многие мелколиственные леса и даже пойменные участки (в том числе старицы), находящиеся в использовании третьими лицами и предназначенные для прокладки транспортных объектов, а минимальные значения E_2 характерны для пространств паркового типа с масштабным мощением, редкими культурными насаждениями, которые распространены в Сетуни довольно слабо относительно многих других ООПТ Москвы.

Средневзвешенный показатель E_1 для всей территории заказника составил 6,5, а E_2 – 11,3 (по шкале от 0 до 20). Таким образом, разность E_1 и E_2 составляет около -4,8 (по шкале от -20 до +20), что указывает на преобладание участков негативного зонирования (участки со слишком мягкими природоохранными режимами, не способствующими сохранению условно природных биогеоценозов) над участками позитивного зонирования (участки со слишком строгими природоохранными режимами). Из этого значения в масштабе всей ООПТ можно сделать вывод о преобладании социального потенциала ООПТ над экосистемным. Из апробации авторской методики оценки экосистемного потенциала на некоторых других ООПТ Москвы известно, что у крупных природно-исторических парков показатель E_1-E_2 выше, чем у рассматриваемого заказника.

Таким образом, в настоящее время (с 2020 г.) существуют все основания для масштабного благоустройства в долине Сетуни, которое, конечно же, приведет к повышению рекреационной ценности территории, значимости зелёных зон в глазах местных жителей, возможному интересу к происходящим на ООПТ негативных событиях, связанных с нарушением природных комплексов, но, одновременно, к закономерному повышению доли культурных ландшафтов, уменьшению условно природных комплексов и потенциальному снижению биоразнообразия.

ВЫВОДЫ

Результаты настоящего исследования указывают на возрастающие проблемы в выполнении заказником своей основной цели – «охрана природных и историко-культурных комплексов, естественных ландшафтов, сохранение или восстановление природных комплексов, биологического разнообразия»¹. Существующие тенденции изменения природоохранных режимов и границ ООПТ указывают, скорее, на расширение рекреационного потенциала, а не на его поддержание, как гласит закон г. Москвы от № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве». Причины кроются в развитии урбанизационных процессов, повышении плотности дорожной сети, разрезающей и фрагментирующей малонарушенные (относительно остальной территории города) природные участки, несовершенствах системы градостроительного планирования. Подобная ситуация ожидаема в связи с тем, что городская ООПТ как объект интереса жителей, государственных (как и связанных с охраной природы, так и не имеющих к ней никакого отношения) и коммерческих структур является местом сосредоточения конфликтов природопользования [Сокольская и др., 2018].

Тем не менее, не стоит полагать, что подобная ситуация будет характерна для любой городской ООПТ. В данном случае, рассматриваемый заказник изначально имел очень невыгодное положение:

¹ Закон г. Москвы от 26.09.2001 № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве».

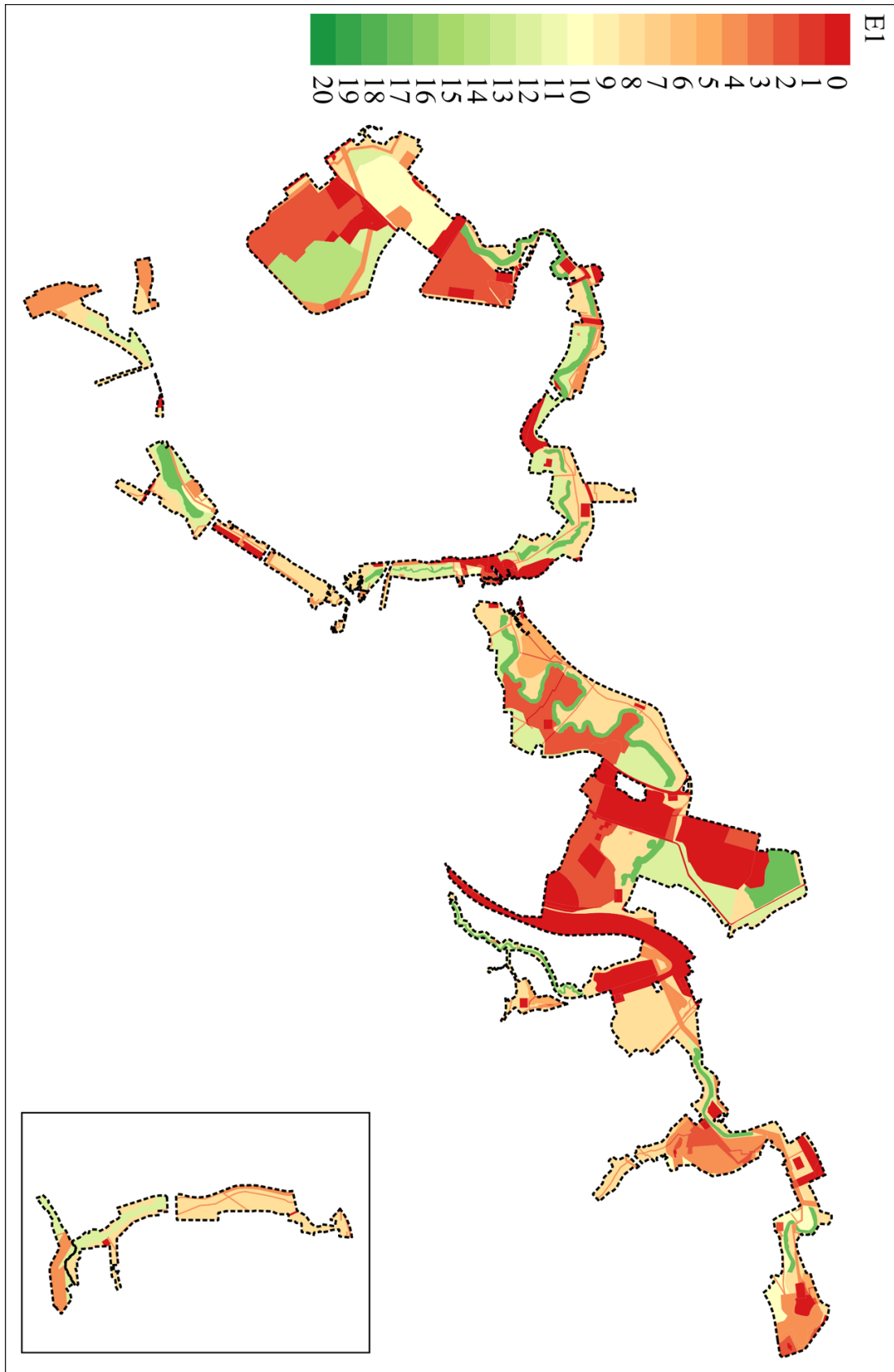


Рис. 3. Экосистемный потенциал E_1 заказника «Долина реки Сетуни», рассчитанный на основе функционального зонирования

Fig. 3. Ecosystem potential E_1 of Setun valley reserve, estimated based on functional zoning

Сетунь прорезает весь Западный округ и впадает в Москву, вокруг располагалось множество индустриальных объектов, которые в рамках реновации промышленных зон постепенно прекращают своё существование, а на их месте и в окрестностях появляется многоэтажная жилая застройка, значительно усиливающая рекреационную нагрузку на ООПТ. Некоторые другие менее вытянутые и фрагментированные крупные ООПТ, которые не так сильно увязаны с потоковыми системами речных долин, имеют большой потенциал для сохранения городского биоразнообразия (например, природно-исторические парки «Измайлово» и «Битцевский лес»).

В ходе данной работы успешно применена методика взвешенного оверлея в среде QGIS с использованием балльных оценок для экосистемного потенциала охраняемой территории. Разработанная методика позволяет выявить участки позитивного зонирования, где установлены строгие режимы охраны, и негативного зонирования, где установлены недостаточно строгие режимы охраны. Полученные схемы (рис. 3) наглядно показывают направления природоохранной деятельности для потребителей (городские жители, представители дирекций городских парков, работники государственных организаций, связанных с охраной природы). Такие схемы просты для воспроизведения в QGIS и прочих ГИС-программах, могут создаваться полуавтоматически по стандарту при оценках состояния окружающей среды.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках научной темы госзадания кафедры рационального природопользования географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Устойчивое развитие территориальных систем природопользования» и в рамках Программы развития Междисциплинарной научно-образовательной школы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды».

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was implemented in the scientific program of Environmental Management Department of The Faculty of Geography at Lomonosov Moscow State University «Sustainable development of spatial land-use systems» and was performed according to the Development program of the Interdisciplinary Scientific and Educational School of M.V. Lomonosov Moscow State University «Future Planet and Global Environmental Change».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Исаченко Г.А., Исаченко Т.Е.* Роль особо охраняемых природных территорий в формировании культурных ландшафтов Санкт-Петербурга. Наследие и современность, 2020. №4. С. 34–51.
2. *Махрова А.Г., Нефедова Т.Г., Трейвиши А.И.* Новая Москва в контексте развития Московской агломерации. Геоэкологические проблемы Новой Москвы (под ред. А. В. Кошкарева, Э. А. Лихачева, А. А. Тишкова). М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. С. 18–26.
3. *Сокольская Е.В., Кочуров Б.И., Долгов Ю.А., Лобковский В.А.* Многофакторная модель как основа для управления качеством окружающей среды урбанизированных территорий. Теоретическая и прикладная экология, 2018. № 2. С. 26–34. DOI: 10.25750/1995-4301-2018-2-026-034.
4. *Тишков А.А.* Биосферные функции природных экосистем России. 2005. М.: Наука. 309 с.

5. *Bhardwaj G., Kumar A.* The comparison of shape indices and perimeter interface of selected protected areas especially with reference to Sariska Tiger Reserve, India. *Global Ecology and Conservation*, 2018. V. 17. e00504. DOI: 10.1016/j.gecco.2018.e00504.
6. *Hawbaker T.J., Radeloff V.C., Clayton M.K., Hammer R.B., Gonzales-Abraham C.E.* Road Development, Housing Growth, And Landscape Fragmentation in Northern Wisconsin: 1937–1999. *Ecological Applications*, 2006. V. 16. I. 3. P. 1222–1237. DOI: 10.1890/1051-0761(2006)016[1222:RDHGAL]2.0.CO;2.
7. *Jaeger J. A. G.* Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 2000. 15. P. 115–130.
8. *Schumaker N.H.* Using landscape indices to predict habitat connectivity. *Ecology*, 1996. V. 77. No 4. P. 1210–1225.
9. *Prugh L.R., Hodges K.E., Sinclair A.R., Brashares J.S.* Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008. V. 105. N. 52. P. 20770-20775. DOI: 10.1073/pnas.0806080105.

REFERENCES

1. *Bhardwaj G., Kumar A.* The comparison of shape indices and perimeter interface of selected protected areas especially with reference to Sariska Tiger Reserve, India. *Global Ecology and Conservation*, 2018. V. 17. e00504. DOI: 10.1016/j.gecco.2018.e00504.
 2. *Hawbaker T.J., Radeloff V.C., Clayton M.K., Hammer R.B., Gonzales-Abraham C.E.* Road Development, Housing Growth, And Landscape Fragmentation in Northern Wisconsin: 1937–1999. *Ecological Applications*, 2006. V. 16. I. 3. P. 1222–1237. DOI: 10.1890/1051-0761(2006) 016[1222:RDHGAL]2.0.CO;2.
 3. *Jaeger J.A.G.* Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation. *Landscape Ecology*, 2000. 15. P. 115–130.
 4. *Isachenko G., Isachenko T.* The role of specially protected natural areas in the formation of Saint Petersburg cultural landscapes. *Heritage and Modern Times*, 2020. № 4. P. 55–72. (in Russian).
 5. *Makhrova A.G., Nefedova T.G., Treivish A.I.* New Moscow in the context of Moscow agglomeration. *Geoecologic problems of New Moscow* (edited by Koshkarev A.V., Likhacheva E.A., Tishkov A.A.), 2013. Moscow, Media-PRESS. P. 18–26. (in Russian).
 6. *Prugh L.R., Hodges K.E., Sinclair A.R., Brashares J.S.* Effect of habitat area and isolation on fragmented animal populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2008. V. 105. No 52. P. 20770-20775. DOI: 10.1073/pnas.0806080105.
 7. *Schumaker N.H.* Using landscape indices to predict habitat connectivity. *Ecology*, 1996. V. 77. No 4. P. 1210–1225.
 8. *Sokolskaya E.V., Kochurov B.I., Dolgov Y.A, Lobkovsky V.A.* A multi-factor model as the basis for the environmental quality management of urban areas. *Theoretical and applied ecology*, 2018. № 2. P. 26-34. DOI: 10.25750/1995-4301-2018-2-026-034. (in Russian).
 9. *Tishkov A.A.* Biosphere functions of Russia natural ecosystems. Moscow: Nauka, 2005. 309 p. (in Russian).
-