



DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.2.4>

UDC 912.43:528.8: 502.1

LBC 26.17+20.175

**GEOINFORMATION-CARTOGRAPHIC METHODS IN THE RESEARCH
OF THE ECOLOGICAL AND ECONOMIC BALANCE OF THE TERRITORY**

Natalya M. Khavanskaya

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Aleksandr A. Vasilchenko

Volgograd State University, Volgograd, Russian Federation

Abstract. Estimation of the ecological and economic balance of the territory is important for developing a strategy for its rational use. A comprehensive account of the types of anthropogenic impact, the determination of the corresponding anthropogenic load, and, ultimately, the natural protection of the land is a source for forming recommendations and conducting activities to maintain sustainable development. Currently, in domestic science there are examples of such an assessment for areas with different types of specialization: agricultural, agro-industrial, industrial, recreational, which indicates the relevance of such studies. The aim of this work is to assess the environmental and economic balance of the territory of Krasnoarmeysky district of Saratov region using geoinformation mapping methods. The article successively describes the stages of assessing the environmental and economic balance: collecting, processing, decoding satellite images of Sentinel and Landsat; compiling a database of vector objects by the type of economic use; calculating the coefficients of anthropogenic load and natural protection of the territory based on statistical data obtained in the geoinformation system. According to the absolute tension coefficient (K_a), 3 clusters are identified in the territory of Krasnoarmeysky district: a cluster of medium intensity ECB (from 0.5 to 1), low (from 0 to 0.3) and lowered (from 0.3 to 0.5). Clusters of high degrees of tension are not allocated. According to the coefficient of relative tension (K_o), 2 clusters of low (from 0 to 2.5) and lowered (2.5–5) tension were identified. Clusters of high degrees of tension, as in the previous case, were not identified. According to the coefficient of natural security of the territory, 2 clusters are identified. According to the Kez coefficient, the northwestern part of the district refers to territories with average protection (0.43–0.49). The northeastern, central, and southern parts of the region belong to territories with increased (more than 0.5) security. Low (0–0.35) and lowered (0.36–0.42) natural security in the region is absent. The obtained values of the coefficients allow us to assess the economic development of the region as balanced.

Key words: ecological and economic balance, anthropogenic load, absolute and relative tension coefficients, natural security coefficient, geoinformation mapping, remote sensing data.

Citation. Khavanskaya N.M., Vasilchenko A.A. Geoinformation-Cartographic Methods in the Research of the Ecological and Economic Balance of the Territory. *Natural Systems and Resources*, 2020, vol. 10, no. 2, pp. 33-41. (in Russian). DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.2.4>

**ГЕОИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ
В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ТЕРРИТОРИИ****Наталья Михайловна Хаванская**

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Александр Анатольевич Васильченко

Волгоградский государственный университет, г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории имеет важное значение для выработки стратегии ее рационального использования. Комплексный учет видов антропогенного воздействия, определение соответствующей антропогенной нагрузки, и, в конечном счете, естественной защищенности земель является источником для формирования рекомендаций и проведения мероприятий для поддержания устойчивого развития. В настоящее время в отечественной науке есть примеры проведения такой оценки для районов с разным типом специализации: аграрных, аграрно-индустриальных, индустриальных, рекреационных, что свидетельствует об актуальности подобных исследований. Целью настоящей работы является оценка эколого-хозяйственного баланса территории Красноармейского района Саратовской области с использованием методов геоинформационного картографирования. В статье последовательно описаны этапы проведения оценки эколого-хозяйственного баланса: сбор, обработка, дешифрирование космических снимков Sentinel и Landsat; составление базы векторных объектов по типу хозяйственного использования; расчет коэффициентов антропогенной нагрузки и естественной защищенности территории, на основе статистических данных, полученных в геоинформационной системе. По коэффициенту абсолютной напряженности (K_a) на территории Красноармейского района выделено 3 кластера. Кластер средней напряженности ЭХБ (от 0,5 до 1), низкой (от 0 до 0,3) и пониженной (от 0,3 до 0,5). Кластеров высоких степеней напряженности не выделено. По коэффициенту относительной напряженности (K_o) выделено 2 кластера низкой (от 0 до 2,5) и пониженной (2,5–5) напряженности. Кластеров высоких степеней напряженности, как и в предыдущем случае, не выявлено. По коэффициенту естественной защищенности территории выделено 2 кластера. Северо-западная часть района по коэффициенту $K_{ез}$ относится к территориям со средней защищенностью (0,43–0,49). Северо-восточная, центральная и южная части района относятся к территориям с повышенной (более 0,5) защищенностью. Низкая (0–0,35) и пониженная (0,36–0,42) естественная защищенность на территории района отсутствует. Полученные значения коэффициентов позволяют оценить хозяйственное развитие района как сбалансированное.

Ключевые слова: эколого-хозяйственный баланс, антропогенная нагрузка, коэффициенты абсолютной и относительной напряженности, коэффициент естественной защищенности, геоинформационное картографирование, данные дистанционного зондирования.

Цитирование. Хаванская Н. М., Васильченко А. А. Геоинформационно-картографические методы в исследовании эколого-хозяйственного баланса территории // Природные системы и ресурсы. – 2020. – Т. 10, № 2. – С. 33–41. – DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2020.2.4>

Введение. Методика комплексной оценки эколого-хозяйственного состояния территории была предложена Б.И. Кочуровым и Ю. Г. Ивановым в 80-х гг. XX в. [6]. Цель ее заключается в определении сбалансированного развития территории, с учетом всех типов землепользования и антропогенного воздействия на земли. Выводы о сбалансированности развития территории основаны на расчетных данных соотношения площадей территорий, подверженных разным типам землепользования и, соответственно, с разной степенью

антропогенной нагрузки. В дальнейшем, основы предложенной методики стали широко использоваться в российских региональных исследованиях (Воронежской [8; 12], Волгоградской [2], Саратовской [11], Калужской [7], Томской областях [9], Алтайского [5] и Забайкальского краев [10]) и стран ближнего зарубежья (Монголия [1]). Приведенные примеры являются лишь небольшой иллюстрацией всей географии проведения подобных исследований.

В последнее десятилетие наблюдается увеличение количества исследований в рас-

смаатриваемой области, что неразрывно связано с развитием ГИС-технологий и возможностей использования данных дистанционного зондирования Земли. На ранних этапах 1990–2000-х гг., большая часть исследований была основана на аналоговом картографическом материале и аэрокосмических снимках, обладающих фиксированным масштабом и уровнем детализации, что увеличивало сроки получения результатов, трудозатраты, не исключало ошибки при идентификации и оконтуривании разных типов земель. Развитие геоинформационных технологий в картографии, интеграция в ГИС-технологии аэрокосмических данных позволило использовать мультимасштабность снимков и карт, оперативность в их обновлении, соответственно поддержку актуальности, что в совокупности повысило точность в расчетах показателей эколого-хозяйственного баланса, основанных на площадных характеристиках [3; 4; 13; 14]. С появлением новых форматов данных и технологий появилась задача выбора программного продукта, подготовки и обработки данных ДЗЗ (дистанционного зондирования Земли). Целью данной работы является операционная сторона оценки эколого-хозяйственного баланса территории, начиная от сбора, подготовки и дешифрирования данных ДЗЗ, заканчивая расчетом показателей антропогенной нагрузки и их картографированием в ГИС.

В качестве района исследования выбран Красноармейский район Саратовской области. Красноармейский район имеет достаточно развитую минерально-сырьевую базу. В настоящее время на территории района разведано 13 видов полезных ископаемых. Среди них имеются запасы нефти, газа, строительного камня, глауконитов, мела, значительны запасы кирпичной глины и песков, отличающийся высокой степенью сельскохозяйственной освоенности. Общая площадь сельскохозяйственных угодий в районе составляет 214 999 га., что делает его вторым среди районов Саратовской области по этому показателю.

Отметим, что предварительные краткие выводы по результатам исследования авторами были опубликованы [11]. В этой статье предлагается более подробное описание методической составляющей и более полных выводов по теме исследования.

Материалы и методы исследования.

Оценка эколого-хозяйственного баланса территории, основанная на методике, предложенной Б.И. Кочуровом [6] довольно хорошо и подробно описана в региональных экологических работах, приведенных выше, поэтому на ее описании останавливаться не будем.

Исследования эколого-хозяйственного баланса района исследования было проведено по следующим этапам. Подготовительный этап – сбор и обработка исходных материалов. Исходными данными исследования послужили космические снимки высокого пространственного разрешения (10–20 метров), которые предоставляет геологическая служба Соединенных Штатов Америки. Данные снимки получают со спутников Sentinel 2A/2B, Landsat 8 [5]. Для удобства дальнейшей работы были использованы архивы перечисленных снимков в формате JPEG2000. Данные дистанционного зондирования Земли необходимы для дешифрирования пространственных объектов, формирующих экологический фонд территории, а именно для выявления местоположения объектов, имеющих четкие контуры (поля, леса).

Предварительная подготовка снимков заключается в формировании цветосинтезированного изображения вручную из 3 спектральных каналов (Red, Green, Blue), или в автоматическом режиме, используя модули ГИС и метаданные из полного архива, а также цветокоррекции снимков для более точного дешифрирования пространственных объектов.

Второй этап – формирование базы данных пространственных объектов в программной QGIS 3.4 Madeira. Для дешифрирования и векторизации пространственных объектов, имеющих небольшой размер (лесополосы, сенокосы, пути сообщения) был использован подгружаемый модуль QGIS QuickMapServices. Это инструмент для быстрого добавления базовой карты [11]. Для более точной векторизации объектов, имеющих непостоянную локализацию (например, сенокосы, которые в основном, не имеют постоянного местоположения), использовались три базовые карты трех популярных картографических сервисов, актуальность съемки которых составляла от 2 месяцев до 2 лет: Yandex Maps, Google Maps, Bing Maps.

В дешифрировании пространственных объектов руководствуются изобразительными свойствами фотоснимков, складывающихся из прямых и косвенных признаков [11]. Так как вычисление различных коэффициентов эколого-хозяйственного баланса территории основывается на данных пространственного охвата, все данные формировались как полигональная векторная графика. Сформированный первоначальный состав базы данных для анализа выглядит следующим образом (табл. 1).

Третий этап исследования включает в себя анализ структуры землепользования. Для этого все пространственные объекты классифицируются по степени антропогенной нагрузки на 6 групп, от самого низкого уровня воздействия до самого высокого. Группировка земель по степени антропогенной нагрузки (АН) позволяет оценить антропогенное изменение территории по коэффициентам абсо-

лютной и относительной напряженности территории.

Коэффициент относительной напряженности рассчитывается как отношение суммы площадей трех самых высоких групп (АН4, 5, 6) к сумме площадей трех самых низких групп (АН1, 2, 3).

Коэффициент абсолютной напряженности вычисляется как отношение площади самой высокой группы (АН6) к самой низкой (АН1). Данный коэффициент показывает отношение площади сильно нарушенных антропогенным воздействием земель к площади мало преобразованных или вовсе не тронутых земель. Далее производится расчет площадей со средо- и ресурсостабилизирующими функциями ($P_{сф}$), который считается как сумма самых низких антропогенных нагрузок (АН1-АН4) с присвоенными им коэффициентами (1; 0,8; 0,6; 0,4).

Таблица 1

База данных для оценки эколого-хозяйственного баланса территории

№ п/п	Вид объектов дешифрирования	Тип объектов дешифрирования	Дешифровочные признаки
1	Лесная растительность	естественные леса	Характерная черта этих объектов при дешифрировании – непостоянность формы, размеров, структуры, местоположения
		искусственные насаждения	Характерная черта этих объектов при дешифрировании – определенная геометрическая форма, повторяющаяся очертания соседнего объекта
2	Линейные техногенные объекты	автодорожная сеть	Имеют линейную форму
		железнодорожная сеть	
		аэропорты, аэродромы	
3	Полигональные техногенные объекты	населенные пункты	Имеют четкие контуры, хорошо различима внутренняя структура
		объекты промышленности	
		строительные площадки	
		свалки	
4	Объекты сельскохозяйственного назначения	пашни	Отличается четкими границами и плотными цветами
		сенокосы	Отличительными особенностями являются видимые полосы сенокосения, а также тюки
		нераспаханные поля	Не имеют плотных цветов, однако имеют средней видимости форму
5	Охраняемые природные территории (ОПТ), территории, официально внесенные в реестр охраняемых		Отличается плотными цветами, соответствующими природным ландшафтам
6	Вспомогательный слой гидрографии линейной и полигональной		Объекты гидрографии

Результаты и обсуждение. Результаты подсчета площадей территорий с различной антропогенной нагрузкой приведены в таблице 2, картографически представлены на рисунке. Из таблицы видно, что большая часть земельного фонда – 50,7 % – находится на высокой, очень высокой и высшей степени антропогенной нагрузки. Очень низкой, низкой и

средней степени соответствует 41,15 % территории района. При этом максимальные площади земельного фонда района находятся на высокой (42,4 %) и очень низкой (36,5 %) степени антропогенной нагрузки.

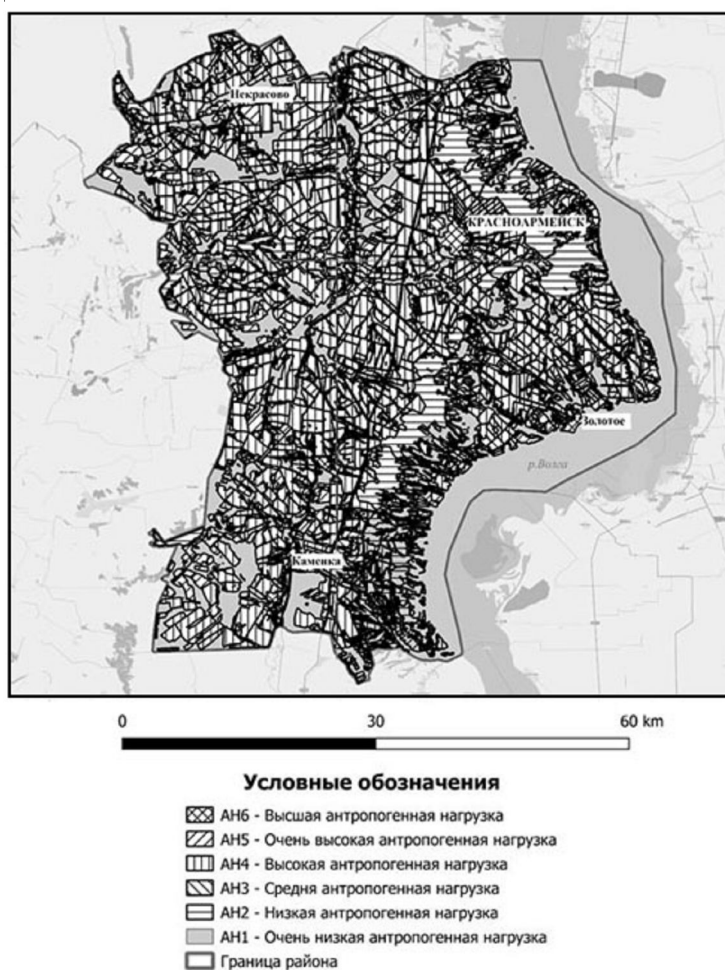
Для комплексной оценки устойчивости территории, которая сохраняется при невысоких антропогенных нагрузках, был использован

Таблица 2

Структура земельного фонда Красноармейского района Саратовской области с учетом индекса антропогенной нагрузки

Индекс антропогенной нагрузки (АН)	Площадь в км ²	% от общей площади района
АН1	3030,4	36,5
АН2	155,6	1,9
АН3	228,1	2,75
АН4	3516,6	42,4
АН5	524,7	6,3
АН6	165,5	2
Общая площадь района	8291	92

Примечание. Источник [11].



Структура землепользования по степени антропогенной нагрузки

интегральный показатель естественной защищенности территории ($K_{\text{ез}}$) – отношение площадей со средо- и ресурсостабилизирующими функциями к общей площади территории (см. табл. 3).

Анализ эколого-хозяйственного состояния по коэффициенту абсолютной напряженности (K_a) необходим для уравнивания сильных антропогенных воздействий с потенциалом восстановления ландшафтов. Пространственные различия коэффициента K_a разнообразием не выделяются. На территории Красноармейского района можно выделить 3 кластера. Кластер низкой напряженности ЭХБ по коэффициенту K_a (от 0 до 0,3) располагается в западной, восточной и южной частях района. Данный кластер отличается низкими значениями сильно преобразованных площадей. Кластер пониженной напряженности (от 0,3 до 0,5) наблюдается в северной и центральной частях района (Луганское и Рогаткинское муниципальные образования). Кластер средней напряженности (от 0,5 до 1) находится в Карамышском муниципальном образовании, и связано это со средними значениями площадей максимальной антропогенной преобразованности. В этом муниципальном образовании находятся большая железнодорожная станция, а также места добычи полезных ископаемых.

Анализ эколого-хозяйственного состояния по коэффициенту относительной напряженности (K_o) более точен, чем коэффициент абсолютной напряженности, так как захватывает промежуточные индексы антропогенной нагрузки. Величина пространственной вариации коэффициента K_o мало отличается от коэффициента K_a . По этому коэффициенту можно выделить 2 кластера низкой и пониженной напряженности. Кластер низкой напряженности (от 0 до 2,5) расположен в восточной, цен-

тральной и южной частях района. Кластер пониженной напряженности (2,5–5) расположен в северо-западной части района (Сплавнухинское и Высоковское муниципальные образования). На этих территориях также наблюдаются низкие площади высоко преобразованных земель, однако территории промежуточных индексов антропогенной нагрузки имеют большие значения.

Анализ ЭХБ по площадям территорий со средо- и ресурсостабилизирующими функциями проводится с целью оценки естественной устойчивости среды. Пространственные различия этих показателей находятся в пределах 200 км². Наибольшие значения этого показателя находятся на севере и северо-востоке района. Связано это со сложными ландшафтами, наличием ОПТ, а также низкой преобразованностью (в том числе сельскохозяйственной) этих территорий.

Анализ эколого-хозяйственного состояния территории Красноармейского района Саратовской области по коэффициенту естественной защищенности $K_{\text{ез}}$ необходим для оценки устойчивости территории при небольших антропогенных нагрузках (АН1–АН4). Пространственные различия коэффициента $K_{\text{ез}}$ незначительны. На территории Красноармейского района, по коэффициенту естественной защищенности территории можно выделить 2 кластера. Северо-западная часть района по коэффициенту $K_{\text{ез}}$ относится к территориям со средней защищенностью (0,43–0,49). Северо-восточная, центральная и южная части района относятся к территориям с повышенной (более 0,5) защищенностью. Низкая (0–0,35) и пониженная (0,36–0,42) естественная защищенность на территории района отсутствует.

Заключение. Проведенная оценка эколого-хозяйственного баланса территории Красноармейского района Саратовской обла-

Таблица 3

Коэффициенты эколого-хозяйственного состояния (ЭХС) Красноармейского района Саратовской области

Коэффициент ЭХС	Значение
K_o – коэффициент относительной напряженности	1,29
K_a – коэффициент абсолютной напряженности	0,05
$P_{\text{эф}}$ – площадь территории о средо- и ресурсостабилизирующими функциями	4698,38 км ²
$K_{\text{ез}}$ – коэффициент естественной защищенности территории	0,61

Примечание. Источник [11].

сти демонстрирует относительную сбалансированность хозяйственного развития. Это объясняется преобладанием в структуре землепользования двух категорий земель (в совокупности 78,9 %): природоохранные и неиспользуемых, и пахотных земель, которые, в свою очередь, занимают близкие по площадям территории. Одновременно с этим лишь небольшая доля приходится на земли промышленности, транспорта, нарушенные земли (около 2 %).

Методы геоинформационного картографирования позволяют работать с обширным картографическим материалом, что позволяет выбрать исходные данные, наиболее точно отражающие размещение разных категорий земель, учесть их динамику, и, соответственно, повысить точность оценки экологического состояния территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баярмаа, В. Расчет и оценка эколого-хозяйственного баланса в геоинформационной системе западных Сомонов Сэлэнгийского аймака Монголии / В. Баярмаа // *Природа внутренней Азии*. – 2017. – Т. 2, № 3. – С. 62–68.
2. Бодрова, В. Н. Расчет и оценка эколого-хозяйственного баланса Волгоградской области в геоинформационной системе / В. Н. Бодрова // *Проблемы региональной экологии*. – 2013. – № 2. – С. 43–50.
3. Карпова, Л. А. Картографическая оценка показателей эколого-хозяйственного баланса с использованием геоинформационных технологий / Л. А. Карпова // *Вестник СГУГиТ*. – 2016. – Т. 4, № 36. – С. 122–135.
4. Карпунин, С. С. Картографическое обеспечение экологии и природоохранных мероприятий на основе использования данных дистанционного зондирования Земли / С. С. Карпунин, В. В. Киселев, В. В. Свешников // *Геодезия и картография*. – 1992. – № 4. – С. 67–79.
5. Картографическая оценка эколого-хозяйственного состояния сельскохозяйственных территорий предгорных районов Алтайского края / Т. В. Байкалова, Л. А. Карпова, Г. Г. Морковкин, Е. В. Солонько // *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. – 2016. – № 9. – С. 101–109.
6. Кочуров, Б. И. Оценка эколого-хозяйственного состояния территории административного района / Б. И. Кочуров, Ю. Г. Иванов // *География и природные ресурсы*. – 1987. – № 4. – С. 49–54.

7. Кочуров, Б. И. Оценка эколого-хозяйственного баланса Калужской области / Б. И. Кочуров, А. И. Родионова, В. А. Семенова // *Проблемы региональной экологии*. – 2016. – № 3. – С. 150–156.

8. Минников, И. В. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Воронежской области / И. В. Минников, С. А. Куролап // *Вестник ВГУ. Серия: География, геоэкология*. – 2013. – № 1. – С. 129–136.

9. Панченко, Е. М. Эколого-хозяйственный баланс Обь-Томского междуречья / Е. М. Панченко, А. Г. Дюкарев // *География и природные ресурсы*. – 2016. – № 4. – С. 123–129. – DOI: [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2016-4\(123-129\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2016-4(123-129)).

10. Помазкова, Н. В. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Забайкальского края / Н. В. Помазкова, Л. М. Фалейчик // *Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология*. – 2018. – № 2. – С. 5–15. – DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2018.2/2243>.

11. Хаванская, Н. М. Применение ГИС-технологий в анализе эколого-хозяйственного баланса территории / Н. М. Хаванская, А. А. Васильченко // *Проблемы природопользования и экологическая ситуация в европейской России и на сопредельных территориях : материалы VIII Междунар. науч. конф.* – Белгород : [б. и.], 2019. – С. 334–337.

12. Anichkina, N. V. Anthropogenous Ecosystems of Voronezh River Valley / N. V. Anichkina, G. R. Rostom // *European Journal of Natural History*. – 2016. – № 6. – P. 15–17.

13. Feeney, M. Spatial Data Infrastructure Frameworks to Support Decision-Making for Sustainable Development / M. Feeney, A. Rajabifard, I.P. Williamson // *Proceedings of the 5th Global Spatial Data Infrastructures*. – 2001. – P. 1–15.

14. Nikolaeva O.N. The Usage of Integrated Mapping of Heterogeneous Natural Resources Data for Natural Resources Management / O.N. Nikolaeva // *Proceedings of the International Conference "InterCarto. InterGIS"*. – 2015. – Vol. 21, № 1. – P. 171–174. – DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2015-1-21-171-174>.

REFERENCES

1. Baiarmaa V. Raschet i otsenka ekologo-khozyaistvennogo balansa v geoinformatsionnoy sisteme zapadnykh Somonov Selengiyskogo aymaka Mongolii [Calculation and Estimation of Environmental and Economic Balance in the Geographic Information System of the Western Somons of the Selangi Aimag of Mongolia]. *Priroda vnutrenney Azii* [Nature of Inner Asia], 2017, vol. 2, no. 3, pp. 62–68.
2. Bodrova V.N. Raschet i otsenka ekologo-khozyaistvennogo balansa Volgogradskoy oblasti v

geoinformatsionnoy sisteme kraya [Calculation and Estimation of the Environmental and Economic Balance of the Volgograd Region in the Geographic Information System]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Regional Environmental Issues], 2013, no. 2, pp. 43-50.

3. Karpova L.A. Kartograficheskaya otsenka pokazateley ekologo-khozyaystvennogo balansa s ispolzovaniem geoinformatsionnykh tekhnologiy [Cartographic Estimation of Environmental-Economic Balance Indicators Using Geoinformation Technologies]. *Vestnik SGUGiT* [Vestnik SSGA], 2016, vol. 4, no. 36, pp. 122-135.

4. Karpukhin S.S., Kiselev V.V., Sveshnikov V.V. Kartograficheskoe obespechenie ekologii i prirodookhrannykh meropriyatiy na osnove ispolzovaniya dannykh distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Cartographic Support of Ecology and Environmental Protection Measures Based on the Use of Earth Remote Sensing Data]. *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and Cartography], 1992, no. 4, pp. 67-79.

5. Baikalo T.V., Karpova L.A., Morkovkin G.G., et al. Kartograficheskaya otsenka ekologo-khozyaystvennogo sostoyaniya selskokhozyaystvennykh territoriy predgornyykh rayonov Altaiskogo kraya [Cartographic Assessment of the Ecological and Economic Status of Agricultural Territories in the Foothills of the Altai Region]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of Altai State Agricultural University], 2016, no. 9, pp. 101-109.

6. Kochurov B.I., Ivanov Yu.G. Otsenka ekologo-khozyaystvennogo sostoyaniya territorii administrativnogo rayona [Estimation of the Ecological and Economic State of the Territory of the Administrative Region]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 1987, no. 4, pp. 49-54.

7. Kochurov B.I., Rodionova A.I., Semenova V.A. Otsenka ekologo-khozyaystvennogo balansa Kaluzhskoy oblasti [Estimation of the Environmental and Economic Balance of the Kaluga Region]. *Problemy regionalnoy ekologii* [Regional Environmental Issues], 2016, no. 3, pp. 150-156.

8. Minnikov I.V., Kurolap S.A. Otsenka ekologo-khozyaystvennogo balansa territorii Voronezhskoy oblasti [Estimation of the Environmental and Economic

Balance of the Territory of the Voronezh Region]. *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya, Geoekologiya* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology], 2013, no. 1, pp. 129-136.

9. Panchenko E.M., Diukarev A.G. Ekologo-khozyaystvennyy balans Ob-Tomskogo mezhdurechia [Ecological and Economic Balance of the Ob-Tomsk Interfluve]. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources], 2016, no. 4, pp. 123-129. DOI: [https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2016-4\(123-129\)](https://doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2016-4(123-129)).

10. Pomazkova N.V., Faleichik L.M. Assessment of the Ecological and Economic Balance of the Territory of the Transbaikal Territory [Estimation of the Ecological and Economic Balance of the Territory of the Transbaikal Territory]. *Vestnik VGU. Seriya: Geografiya. Geoekologiya* [Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology], 2018, no. 2, pp. 5-15. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2018.2/2243>.

11. Khavanskaya N.M., Vasilchenko A.A. Primenenie GIS-tekhnologii v analize ekologo-khozyaystvennogo balansa territorii [The Use of GIS Technologies in the Analysis of the Ecological and Economic Balance of the Territory]. *Problemy prirodopolzovaniya i ekologicheskaya situatsiya v evropeyskoy Rossii i na sopredelnykh territoriyakh: materialy VIII Mezhdunar. nauch. konf.* [VIII International Scientific Conference "Problems in Nature Management and the Ecological Situation of European Russia and Adjacent Countries"]. Belgorod, 2019, pp. 334-337.

12. Anichkina N.V., Rostom G.R. Anthropogenous Ecosystems of Voronezh River Valley. *European Journal of Natural History*, 2016, no. 6, pp. 15-17.

13. Feeney M., Rajabifard A., Williamson I.P. Spatial Data Infrastructure Frameworks to Support Decision-Making for Sustainable Development. *Proceedings of the 5th Global Spatial Data Infrastructures*, 2001, pp. 1-15.

14. Nikolaeva O.N. The Usage of Integrated Mapping of Heterogeneous Natural Resources Data for Natural Resources Management. *Proceedings of the International conference "InterCarto. InterGIS"*, 2015, vol. 21, no. 1, pp. 171-174. DOI: <https://doi.org/10.24057/2414-9179-2015-1-21-171-174>.

Information About the Authors

Natalya M. Khavanskaya, Candidate of Sciences (Geography), Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, khavanskaya@volsu.ru.

Aleksandr A. Vasilchenko, Student, Department of Geography and Cartography, Volgograd State University, Prosp. Universitetsky, 100, 400062 Volgograd, Russian Federation, KGb-161_999874@volsu.ru.

Информация об авторах

Наталья Михайловна Хаванская, кандидат географических наук, доцент кафедры географии и картографии, Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, khavanskaya@volsu.ru.

Александр Анатольевич Васильченко, студент направления подготовки «Картография и геоинформатика», Волгоградский государственный университет, просп. Университетский, 100, 400062 г. Волгоград, Российская Федерация, KGb-161_999874@volsu.ru.