



Столыпинский  
вестник

Научная статья

Original article

УДК 502.2.05

**ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД  
ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ РОССОШЬ НА ОСНОВЕ  
РАСЧЁТА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ЕЕ  
ТЕРРИТОРИИ**

ASSESSMENT OF ANTHROPOGENIC LOAD ON THE LAND FUND OF THE  
ROSSOSH RIVER CATCHMENT AREA BASED ON CALCULATION OF THE  
ECOLOGICAL AND ECONOMIC BALANCE OF ITS TERRITORY

**Мулин Максим Олегович**, инженер лаборатории охраны вод, Институт водных проблем РАН (119333 Россия, г. Москва, ул. Губкина, д. 3), тел. 8(499) 135-54-56, Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, д. 15), тел. 8(499) 261-95-45, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, [mulin\\_99@mail.ru](mailto:mulin_99@mail.ru).

**Курбатова Ирина Евгеньевна**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории охраны вод, Институт водных проблем РАН (119333 Россия, г. Москва, ул. Губкина, д. 3), тел. 8(499) 135-54-56, Московский государственный университет геодезии и картографии (105064 Россия, г. Москва, ул. Гороховский пер., д. 4), тел. 8(499) 404-12-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0650-7382>, [irenkurb@yandex.ru](mailto:irenkurb@yandex.ru).

**Широкова Вера Александровна**, доктор географических наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству (105064 Россия, г. Москва, ул. Казакова, д. 15), тел. 8(499) 261-

95-45, Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН (117861 Россия, г. Москва, ул. Обручева, д. 30а), тел. 8(495)938-60-08, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, [shirocova@gmail.com](mailto:shirocova@gmail.com).

**Mulin Maxim Olegovich**, engineer of the water protection laboratory, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences (3 Gubkin st., Moscow, 119333 Russia), tel. 8(499) 135-54-56, State University of Land Management (15 Kazakova st., Moscow, 105064 Russia), tel. 8(499) 261-95-45, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3537-9060>, [mulin\\_99@mail.ru](mailto:mulin_99@mail.ru).

**Kurbatova Irina Evgenievna**, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Water Protection, Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences (3 Gubkin st., Moscow, 119333 Russia), tel. 8(499) 135-54-56, Moscow State University of Geodesy and Cartography (30a Obrucheva st., Moscow, 117861 Russia), tel. 8(499) 404-12-20, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0650-7382>, [irenkurb@yandex.ru](mailto:irenkurb@yandex.ru).

**Shirokova Vera Aleksandrovna**, Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Geocology and Environmental Management, State University of Land Management (15 Kazakova st., Moscow, 105064 Russia), tel. 8(499) 261-95-45, Institute of History of Natural Science and Technology named after. S.I. Vavilova RAS (30a Obruchev st., Moscow, 117861 Russia), tel. 8(495) 938-60-08, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0839-1416>, [shirocova@gmail.com](mailto:shirocova@gmail.com).

**Аннотация.** В статье рассмотрен метод оценки эколого-хозяйственного баланса водосборной территории малой реки Россошь (притока Цимлянского водохранилища) с использованием спутниковой информации и ГИС-технологий. Разработанная методика позволила оценить степень антропогенной нагрузки на водосборную территорию как средне напряжённую, выявить участки сохранившихся природных комплексов, требующих особой защиты и может быть использована для других водосборов с отсутствием данных регулярных наблюдений.

**Abstract.** The article discusses a method for assessing the ecological and economic balance of the drainage area of the small Rossosh River (a tributary of the Tsimlyansk Reservoir) using satellite information and GIS technologies. The developed methodology made it possible to assess the degree of anthropogenic load on the catchment area as moderately stressed, to identify areas of preserved natural complexes that require special protection and can be used for other catchments with a lack of regular observation data.

**Ключевые слова:** *эколого-хозяйственный баланс, антропогенная нагрузка, водосборная территория, река Россошь, хозяйственная деятельность, экологическая оценка, категории земель.*

**Keywords:** *ecological and economic balance, anthropogenic load, drainage area, Rossosh River, economic activity, environmental assessment, land categories.*

**Введение.** Структура земельного фонда планеты постоянно изменяется под воздействием двух процессов: первый – изъятие из оборота бесхозно содержащихся земель сельскохозяйственного назначения в результате опустынивания, эрозии, разработки полезных ископаемых, транспортной и промышленной застройки [1]; второй – борьба человечества за расширение земель, пригодных для обитания и сельскохозяйственного использования [2].

*Актуальность* проводимого исследования обусловлена необходимостью поиска альтернативных методов наблюдений за современным состоянием земельного фонда в условиях интенсивной антропогенной нагрузки и дефицитом данных наземных наблюдений [3].

*Цель* исследования – оценить антропогенную нагрузку на земельный фонд водосборной территории реки Россошь на основе расчёта эколого-хозяйственного баланса (далее – ЭХБ) её территории.

**Выбор объекта исследования.** Для исследования была выбрана водосборная территория реки Россошь – правого притока Цимлянского водохранилища. Россошь относится к категории малых рек, ее длина составляет 78 км\*, площадь водосбора 793 км<sup>2</sup>\*. Изучение современной структуры

землепользования, сложившейся на водосборе р. Россошь, проводилось с помощью совместного анализа картографических и дистанционных материалов в базовой геоинформационной программе ArcMap, содержащей наборы инструментов для геообработки используемой исходной информации [4].

Специально для определения ЭХБ территории было разработано содержание и составлена карта современного состояния водосбора Россоши (рис.1), по которой определялись площади основных категорий землепользования. Поскольку водосбор полностью расположен в Ростовской области, которая характеризуется очень высокой степенью сельскохозяйственной нагрузки на земли региона (в среднем около 70%) [5], то, соответственно, самую большую площадь на водосборе занимают пахотные земли - 628 км<sup>2</sup> (76% от площади всего водосбора).

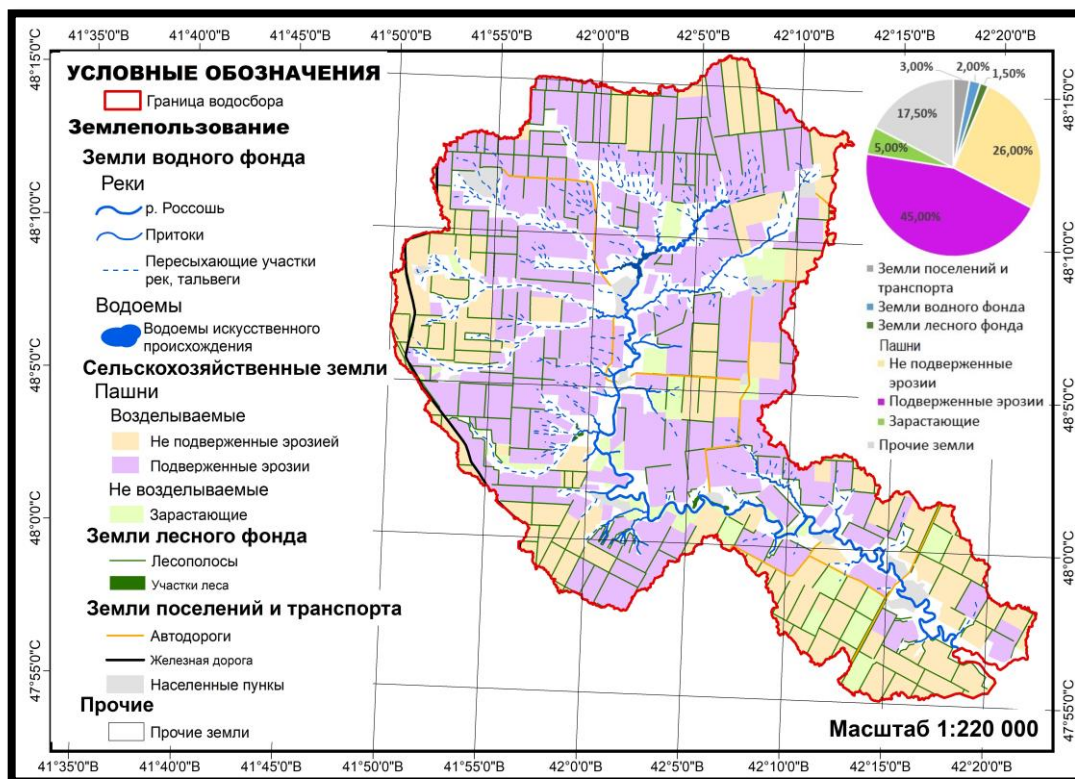


Рисунок 1 – Современное состояние водосборной территории реки Россошь

\* Расчет длины р. Россошь и ее водосборной территории проводился в геоинформационной программе QGIS.

Наиболее значимые экологические проблемы водосбора р. Россошь заключаются в развитии водных и ветровых эрозионных процессов, росте оврагов, заилении, загрязнении и деградации малых водотоков.

По результатам дешифрирования спутниковых изображений ИСЗ Landsat-8 выполнено разделение пашен по степени востребованности и подверженности эрозионным процессам - возделываемые пашни с очагами водной эрозии (48 %), без эрозии (26 %), зарастающие необрабатываемые (5 %) [6].

На картосхеме представлена диаграмма распределения различных категорий землепользования на водосборной территории, данные о которых были использованы для проведения оценки ЭХБ. Концепция баланса направлена на установление рационального природопользования, гармоничных взаимоотношений между потенциальными возможностями природной среды и разными видами хозяйственной деятельности [7]. Проблема оценки (ЭХБ) для разных хозяйственно освоенных территорий стоит очень остро. Особенно актуальна она для водосборов малых рек, в которых практически отсутствуют регулярные наземные наблюдения

#### **Ход исследования.**

Порядок проведения расчёта ЭХБ р. Россошь разделен на два этапа:

- 1) разработка картографического обеспечения исследования;
- 2) оценка ЭХБ по полученным данным.

В программе ArcMap нами разработана картосхема современного состояния водосборной территории реки Россошь.

Перед расчетом ЭХБ необходимо классифицировать земли на водосборной территории по их степени антропогенной нагрузки (далее –АН). Для этого применены экспертные балльные оценки, где каждому виду земель с учётом его экологического состояния присваивается соответствующий балл (таблица 1).

Таблица 1. Классификация земель водосборной территории р. Россошь по степени антропогенной нагрузки

Категория земель	Распределение по водосборной территории, %	Оценка АН	Показатель АН
------------------	--	-----------	---------------

Небольшие участки леса и не возделываемые зарастающие пашни	5,5	очень низкая	1
Земли поселений и транспорта	3	низкая	2
Земли водного фонда и лесополосы	3	средняя	3
Прочие земли	17,5	высокая	4
Возделываемые пашни, не подверженные эрозии	26	очень высокая	5
Возделываемые пашни, подверженные эрозии	45	высшая	6

Группировка земель по степени АН позволяет оценить абсолютную ( $K_a$ ) и относительную ( $K_o$ ) напряжённость территории.

Коэффициент  $K_a$  определяет соотношение распределения сильно нарушенных и нетронутых земель с показателями АН равными 6 и 1 соответственно.

Коэффициент  $K_a$  на водосборной территории вычисляется по следующей формуле (1):

$$K_a = \frac{АН_6}{АН_1}, \quad (1)$$

где  $K_a$  – коэффициент абсолютной антропогенной нагрузки;

АН – степень антропогенной нагрузки [8].

$K_a = 8,18$ . Значение коэффициента больше 5 свидетельствует о достаточно напряженной ситуации на данной территории с существенным преобладанием в структуре земельного фонда удельного веса земель высокого антропогенного преобразования. Коэффициент учитывает только крайние градации АН на окружающую среду.

Для определения степени сбалансированности территории, необходимо вычислить коэффициент  $K_o$ , который наиболее точно отражает напряженность ЭХБ водосборной территории р. Россошь [7]. Коэффициент  $K_o$  для водосборной территории р. Россошь учитывает различные категории земель и определяет соотношение всех показателей АН.

Коэффициент  $K_o$  (2):

$$K_o = \frac{АН_4 + АН_5 + АН_6}{АН_1 + АН_2 + АН_3}, \quad (2)$$

где  $K_o$  – коэффициент относительной антропогенной нагрузки;



АН – степень антропогенной нагрузки [8].

$K_0 = 7,7$ . Полученный коэффициент определяет исследуемую территорию в целом как средне напряженную и характерен для районов с интенсивным использованием сельскохозяйственных земель.

Также можно рассчитать уровень естественной защищенности территории Кез. Перед его расчетом, необходимо вычислить коэффициент, учитывающий суммарную площадь земель со средо- и ресурсостабилизирующими функциями  $P_{сф}$ , (%), который будет равен суммарной площади процентного соотношения земель с очень низкой, низкой и средней антропогенная нагрузкой от площади водосборной территории.

Рассчитывается коэффициент  $K_{ез}$  по формуле (3):

$$K_{ез} = \frac{P_{сф}}{S}, \quad (3)$$

где  $S$  – площадь исследуемой территории, равная 100 % [8].

$K_{ез}$  для водосборной территории будет равен 0,11.

Согласно методике Б.И. Кочурова [8], полученное значение показывает низкий уровень естественной защищенности территории.

**Выводы.** Водосборная территория р. Россошь находится в зоне интенсивной распашки. Большая часть территории представлена сельскохозяйственными угодьями. Относительная антропогенная нагрузка на водосборную территорию р. Россошь – средне напряжённая, однако из-за низкой доли площади естественных ландшафтов (на долю древесной растительности, включая лесополосы, приходится всего около 10 км<sup>2</sup> -1,3 %), она имеет слабую естественную защищённость. Следовательно, необходимо качественно охранять и поддерживать естественное состояние ландшафтов на водосборной территории и, по возможности, увеличивать площадь лесозащитных полос.

Работа выполнена в рамках государственного задания темы № FMWZ-2022-0002 ИВП РАН Министерства науки и высшего образования РФ.

### Литература

1. Сорокина О.А., Федоринов А.В., Мулин М.О. Практический опыт выявления и вовлечения в оборот бесхозяйносодержащихся

- мелиорируемых земель сельскохозяйственного назначения // Московский экономический журнал. 2023. № 2(8). DOI:10.55186/2413046X\_2023\_8\_2\_75.
2. Жемадукова С.Р. Оценка антропогенной нагрузки на земельный фонд республики Адыгея на основе расчета эколого-хозяйственного баланса ее территории // Новые технологии. 2008. № 5. С. 27–30.
  3. Широкова В.А., Мулин М.О. Оценка антропогенной нагрузки на земельный фонд водосборной территории реки Цимла на основе расчета эколого-хозяйственного баланса ее территории // Международный сельскохозяйственный журнал. 2022. № 2 (386)(65). С. 152–156. DOI:10.55186/25876740\_2022\_65\_2\_152.
  4. Мулин М.О. Использование геоинформационных технологий для мониторинга земель на водосборной территории реки Цимла // Современные проблемы землепользования и кадастров: Материалы 6-й международной межвузовской научно-практической конференции. 2022. С. 360–364.
  5. Шишкина Д.Ю. Сельскохозяйственное воздействие на агроландшафты Ростовской области // Самарский научный вестник. 2021. № 4(10). С. 129–133. DOI:10.17816/snv2021104120.
  6. Курбатова И.Е., Мулин М.О. Оценка геоэкологического состояния водосборов боковых притоков цимлянского водохранилища ( на примере реки росошь ) // Труды IX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». 2023. С. 265–269.
  7. Минников И.В., Куролап С.А. Оценка эколого-хозяйственного баланса территории Воронежской области // Вестник Воронежского государственного университета. 2013. № 1. С. 129–136.
  8. Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. Смоленск: Смоленский государственный университет, 1999. 154 с.



**Literature**

1. Sorokina O.A., Fedorinov A.V., Mulin M.O. (2023) Prakticheskii opyt vyyavleniya i vovlecheniya v oborot beskhozyainosoderzhashchikhsya melioriruemykh zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya [Practical experience in identifying and bringing into circulation ownerless reclaimed agricultural lands]. Moscow Economic Journal, vol 8, no 2. DOI:10.55186/2413046X\_2023\_8\_2\_75.
2. Zhemadukova S.R. (2008) Otsenka antropogennoy nagruzki na zemel'nyy fond respubliki Adygeya na osnove rascheta ekologo-khozyaystvennogo balansa yeye territorii [Assessment of anthropogenic load on the land fund of the Republic of Adygea based on calculation of the ecological and economic balance of its territory]. New technologies, no. 5, pp. 27–30.
3. Shirokova V.A., Mulin M.O. (2022) Otsenka antropogennoy nagruzki na zemel'nyy fond vodosbornoy territorii reki Tsimla na osnove rascheta ekologo-khozyaystvennogo balansa yeye territorii [Assessment of anthropogenic load on the land fund of the drainage area of the Tsimla River based on calculation of the ecological and economic balance of its territory]. International Agricultural Journal, no. 2. pp. 152–156. DOI:10.55186/25876740\_2022\_65\_2\_152.
4. Mulin M.O. (2022) The use of geoinformation technologies for monitoring land in the catchment area of the Tsimla River. Modern problems of land use and cadastres: Proceedings of the 6th international interuniversity scientific and practical conference, Moscow, pp. 360–364.
5. Shishkina D.Yu. (2021) Sel'skokhozyaistvennoye vozdeystviye na agrolandshafty Rostovskoy oblasti [Agricultural impact on agricultural landscapes of the Rostov region]. Samara Scientific Bulletin, no. 4. pp. 129–133. DOI:10.17816/snv2021104120.
6. Kurbatova I.E., Mulin M.O. (2023) Assessment of the geoecological condition of the catchments of lateral tributaries of the Tsimlyansk reservoir (using the example of the Rossosh River). Proceedings of the IX All-Russian scientific and

- practical conference with international participation “Modern problems of reservoirs and their catchments”, Perm, pp. 265–269.
7. Minnikov I.V., Kurolap S.A. (2013) Otsenka ekologo-khozyaystvennogo balansa territorii Voronezhskoy oblasti [Assessment of the ecological and economic balance of the territory of the Voronezh region]. Bulletin of the Voronezh State University, no. 1. pp. 129–136.
  8. Kochurov B.I. (1999) Geoekologiya: ekodiagnostika i ekologo-khozyaystvennyy balans territorii [Geoecology: ecodiagnosics and ecological and economic balance of the territory]. Smolensk: Smolensk State University. (in Russian).

© Мулин М.О., Курбатова И.Е., Широкова В.А., 2024 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №5/2024.

**Для цитирования:** Мулин М.О., Курбатова И.Е., Широкова В.А. ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЗЕМЕЛЬНЫЙ ФОНД ВОДОСБОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ РЕКИ РОССОШЬ НА ОСНОВЕ РАСЧЁТА ЭКОЛОГО-ХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА ЕЕ ТЕРРИТОРИИ // Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №5/2024.