

Геоэкологическая оценка водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки

А. Г. Баскакова¹ ✉, А. Т. Козлов², А. И. Сумин²

¹Воронежский государственный университет, Российская Федерация
(394018, г. Воронеж, Университетская пл., 1)

²Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н. Е. Жуковского
и Ю. А. Гагарина», Российская Федерация
(394064, г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, 54а)

Аннотация: Цель – оценка водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки в районах интенсивного техногенного воздействия.

Материалы и методы. На основе собственных наблюдений, а также фоновых многолетних данных за период 2019-2021 годов, предоставленных Воронежским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, сформирована база данных для расчета уровня антропогенной нагрузки.

Результаты и обсуждение. На территории Донского речного бассейна отчетливо дифференцируются регионы с различной антропогенной нагрузкой и воздействием на водные ресурсы. С помощью анализа рисков водопользования было выделено 4 степени риска от низкого до очень высокого. К уровню очень высокого (максимального) риска относится территория городского округа город Воронеж, по западной окраине которой протекает долина реки Дон.

Выводы. Для улучшения системы экологического нормирования, особенно в районах сильного антропогенного загрязнения, необходимо внедрить комплексную оценку, которая должна базироваться на критериях, учитывающих взаимосвязанность всех процессов.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, Воронежская область, риски водопользования, геоэкологическая оценка.

Источник финансирования: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 20-05-00779.

Для цитирования: Баскакова А. Г., Козлов А. Т., Сумин А. И. Геоэкологическая оценка водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2022, № 4, с. 95-101. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/95-101>

ВВЕДЕНИЕ

Рост населения и развитие урбанизации, индустриализации приводят к увеличению антропогенного воздействия, включая химизацию в сельском хозяйстве, сброс сточных вод, городской сток, которые препятствуют способности водных экосистем к самовосстановлению. В этой связи важно исследование факторов риска, влияющих на экологическое состояние территорий крупных речных бассейнов.

Эта проблема достаточно актуальна и для Воронежской области, расположенной в зоне интенсивного техногенного воздействия на среду обитания, по территории которой протекает крупная река Дон.

Под «антропогенным давлением» нами рассматривается хозяйственная деятельность, связанная с реализацией экономических, рекреационных, культурных функций и вносящая физические, химические, биологические изменения в



природную среду. Количественные и качественные характеристики таких воздействий рассматриваются как антропогенная нагрузка.

Это понятие было рассмотрено многими исследователями. Так, Б. И. Кочуров рассматривает антропогенную нагрузку на ландшафт по видам использования земель [4]. В статье А. А. Чибилева (мл) [7] предложена методика оценки уровня антропогенной нагрузки на основе сопряжённого анализа показателей и индексов шести групп факторов (блоков) антропогенной нагрузки по 17 степным регионам России. А. Г. Исаченко [2] рассматривает антропогенную нагрузку не отдельных компонентов экосистемы, а их взаимосвязь в ландшафте. В его классификации выделяется 4 группы. Применение методики А. Г. Исаченко в отношении водных объектов показано в работах Н. В. Стоящевой, И. Д. Рыбкиной на примере водосборной территории бассейна реки Иртыш [6].

Цель работы – методика оценки водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами изучения послужили 8 регионов Воронежской области, принадлежащих Донскому бассейну. Для зонирования (типизации) территории бассейна по степени антропогенной нагрузки показатели были объединены в следующие группы.

1 группа: факторы размещения производства:

1) распаханность территории (%) – отношение площади пашни к общей площади сельскохозяйственных угодий, что свидетельствует об интенсивности использования территории для земледелия; 2) плотность населения (чел./кв. км) – показатель, характеризующий демографическую нагрузку на водосборную площадь; 3) плотность промышленности (тыс. руб./кв. км) – общий объем в денежном выражении отгруженной промышленной продукции в регионе, приходящийся на 1 кв. км; 4) животноводческая нагрузка (голов скота/кв. км) – определяется плотностью поголовья молочного и мясного скота, коров, свиней, мелкого рогатого скота (овцы/козы), птицы, что характеризует интенсивность использования территории бассейна реки Дон и его притоков для развития животноводства.

2 группа: факторы загрязнения водного бассейна:

5) сбросы загрязнённых сточных вод (млн. куб. м) – определяется количеством куб. м недостаточно очищенных сточных вод, поступающих с промышленных предприятий, объектов пищевой, пере-

рабатывающей промышленности и жилищно-коммунального комплекса на водосборную территорию; 6) удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ), который рассчитывается по методике, предложенной в нормативном документе¹.

3 группа: факторы риска здоровью человека:

7) объем отходов производства и потребления (тыс. т/год); этот показатель рассматривается по причине того, что в Воронежской области преобладают несанкционированные свалки. Фильтрат с них может просачиваться в подземные водоносные горизонты из-за дождей, распространяться в соседнюю речную систему с подземными водами и загрязнять окружающую среду; 8) популяционный риск для здоровья, связанный с неудовлетворительным качеством питьевой воды. В настоящее время население некоторых участков региона употребляет воду, не вполне отвечающую гигиеническим нормативам по содержанию в ней химических веществ. В воде присутствует ряд элементов, обладающих канцерогенным и мутагенным эффектом, что непосредственно влияет на здоровье человека, а именно на сердечно-сосудистую систему, желудочно-кишечный тракт.

В качестве информационной базы в работе использованы открытые данные Федеральной службы государственной статистики и Министерства природных ресурсов и экологии РФ за 2019 год.

Чтобы добиться сопоставимости показателей, представленных различными единицами измерения, была применена формула их нормирования (1) [1]:

$$X_{ij}^{\text{норм}} = \frac{X_{ij}}{\max X_{ij}} \quad (1)$$

где $X_{ij}^{\text{норм}}$ – нормированное значение j-го показателя, которым обладает i-й регион-субъект, $\max X_{ij}$ – максимальное значение j-го показателя среди исследуемых субъектов РФ, i – номер субъекта (в нашем случае от 1 до 12), j – номер показателя (в нашем случае от 1 до 8).

Для каждого из 8 регионов, принадлежащих Донскому бассейну, по каждому из блоков рассчитаны многомерные средние индексы, позволяющие совершить переход от многомерного пространства признаков к одномерному (2) [1].

$$P_{di} = \frac{1}{K} \sum^k = 1 X_{ij}^{\text{норм}} \quad (2)$$

где P_{di} – индекс антропогенной нагрузки по блоку показателей, d – номер блока сгруппированных показателей, k – число показателей в блоке.

¹ РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Санкт-Петербург: Гидрометиздат, 2002. 49 с.

Метод многомерной средней заслуживает внимания как своеобразная интерпретация многомерного анализа и метода сжатия информации. Для каждого элемента статистической совокупности можно рассчитать среднее отношение, характеризующее данный элемент по некоторой группе признаков. Такой условный показатель называют многомерной средней [1].

Многомерная средняя выступает в качестве интегрального индикатора конкретного фактора антропогенной нагрузки.

Интегральный показатель антропогенной нагрузки рассчитан путём суммирования многомерных средних индексов (P1–P3) каждого блока показателей (3) [1],

$$R_i^{\text{норм}} = \sum_{d=1}^3 P_{di} \quad (3)$$

где $R_i^{\text{норм}}$ – интегральный показатель антропогенной нагрузки.

В дальнейшем база данных, созданная в MS-Excel, импортировалась в геоинформационную

среду MapInfoPro. 9.0 для проведения пространственного анализа. Данные интегрировались в систему при помощи адресного геокодирования [5]. С помощью «мастера создания тематических карт» по соответствующим показателям /колонкам/ составлялись тематические карты способом картограмм. Разделение массива данных осуществлялось на неравномерные шкалы.

Границы групп определялись таким образом, чтобы сгруппировать схожие значения и максимально увеличить различия между группами. Объекты делятся на группы, границы которых устанавливаются там, где встречаются относительно большие различия между значениями данных, то есть, применен принцип естественных разрывов, широко используемый в практике геоэкологического картографирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исходные данные для оценки и зонирования территории бассейна Дона в пределах Воронежской области приведены в таблице 1, расчетные значения указаны в таблице 2.

Таблица 1

Исходные данные показателей для расчета рисков водопользования
[Table 1. Initial data of indicators for calculating water use risks]

№ п/п	Регион Воронежской области / Municipal district of the Voronezh region	П1 – факторы размещения производства / P1 – factors of production placement				П2 – загрязнения водного бассейна / P2 – pollution of the water basin		П3 – риск здоровью человека / P3 – risk to human health	
		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	X8
1	город Воронеж	1767,13	44,71	63,16	295948,43	168,45	637396,40	1,96	10875,00
2	Богучарский	17,00	80,56	102,98	770,35	0,20	22865,65	1,10	464,00
3	Верхнемамонский	13,69	78,83	103,86	122,72	0,10	9789,26	1,10	239,00
4	Каширский	22,00	93,86	101,36	12036,13	0,30	11504,33	1,96	937,00
5	Лискинский	48,50	74,27	2490,11	16773,80	0,11	62919,92	1,96	1625,00
6	Острогожский	33,75	69,69	123,68	2218,87	2,18	38523,01	2,38	671,00
7	Павловский	28,36	83,66	148,35	6541,90	4,63	33178,34	1,10	1093,00
8	Подгоренский	15,26	70,63	128,91	5290,00	0,10	12658,34	1,10	544,00
9	Рамонский	27,31	88,74	937,52	27681,86	0,20	40243,24	1,96	1024,00
10	Россошанский	38,96	80,98	235,49	17056,36	2,68	62962,79	2,38	1318,00
11	Семилукский	42,33	89,29	135,72	9227,49	0,70	33775,37	4,40	969,00
12	Хохольский	15,26	70,63	128,91	5290,00	0,10	12658,34	1,10	544,00
13	Каменский	20,42	90,94	536,29	3509,83	0,26	18856,77	4,40	370,00
	Максимальное значение $\max X_{ij}$	1767,13	93,86	2490,11	295948,43	168,45	637396,40	4,40	10875,00

Примечание: x1 – плотность населения (чел/кв.км), X2 – распаханность территории (%), x3 – животноводческая нагрузка (голов скота / кв. км), x4 – плотность промышленности (тыс. руб./кв.км), x5 – сбросы загрязнённых сточных вод (млн.куб.м), x6 – объем отходов (тыс.т/год), x7 – УКИЗВ, X8 – годовой популяционный риск (количество населения).

[Note: x1 – population density (people/square km), X2 – ploughed area (%), x3 – livestock load (livestock heads/square km), x4 – industry density (RUB thousand/sq.km), x5 – polluted waste water discharges (million cubic meters), x6 – waste volume (thousand tons/year), x7 – specific combinatorial water pollution index, X8 – annual population risk (population number)].

Степень остроты рисков определялась путем ранжирования методом естественных групп в программе MapInfoProfessional 9,0. Всего выделено 4 степени риска: очень высокий (более 2,35), высокий (0,65-2,35), средний (0,46-0,65), низкий (0,37-0,46).

К очень высокому риску (более 2,35) относится территория городского округа город Воронеж. Она выделена отдельной группой, так как Воронеж является крупным культурным и промышленным городом-миллионником Центрального Черноземья, и, как следствие, обладает повышен-

ной антропогенной нагрузкой. Урбанизация оказывает многочисленные воздействия на водные ресурсы [3]. Территориально Воронеж «сливается» с городами-спутниками и функционирует как единый городской округ, что приводит к поглощению сельских территорий и лесов, их освоению. Поэтому необходима новая политика регулирования и расширения застройки, которая учитывала бы максимальное сохранение зеленой инфраструктуры, биоразнообразия, комфорта, качества ресурсов, гидрологического режима.

Таблица 2

Расчет интегральных рисков водопользования $R_i^{норм}$
[Table 2. Calculation of integral risks of water use $R_i^{норм}$]

Регион Воронежской области / Municipal district of the Voronezh region*	П1 – факторы размещения производства / P1 – factors of production placement	П2 – загрязнения водного бассейна / P2 – pollution of the water basin	П3 – риск здоровью человека / P3 – risk to human health	$R_i^{норм} / R_i^{норм}$
город Воронеж	0,63	0,72	1,00	2,35
Богучарский р-н	0,23	0,13	0,04	0,39
Верхнемамонский р-н	0,22	0,13	0,02	0,37
Каширский р-н	0,27	0,22	0,05	0,55
Лискинский р-н	0,47	0,22	0,12	0,82
Острогожский р-н	0,20	0,28	0,06	0,54
Павловский р-н	0,25	0,14	0,08	0,46
Подгоренский р-н	0,21	0,13	0,03	0,37
Рамонский р-н	0,36	0,22	0,08	0,66
Россошанский р-н	0,26	0,28	0,11	0,65
Семилукский р-н	0,27	0,50	0,07	0,84
Хохольский р-н	0,21	0,13	0,03	0,37
Каменский р-н	0,30	0,50	0,03	0,83

*) р-н – муниципальный район.
[*] district – municipal district].

К высокому риску (0,65-2,35) отнесены территории Рамонского, Семилукского, Лискинского, Россошанского и Хохольского районов. Причем некоторые из них – самые многочисленные по численности населения (98586 человек – Лискинский, 92400 человек – Россошанский, 66967 человек – Семилукский район) (рис.).

По показателю объема отходов (тыс.т/год) районы можно дифференцировать по возрастанию так: Россошанский, Лискинский, Рамонский, Семилукский, Хохольский. Промышленное развитие и сопровождающая его растущая урбанизация, возрастающий спрос на воду для промышленности и очистных сооружений также приводят к увеличению поступления различных загрязняющих веществ в речные системы.

Средней остротой риска (0,46-0,65) характеризуются территории Каширского, Острогожского и Павловского районов. По пользованию сельскохозяйственными угодьями личных хозяйств эти районы обладают низким процентом от общего числа землепользователей. Это связано с меньшей численностью населения, проживающего в селах, а также преобладанием долевых предприятий с целью получения общего дохода.

Низкими значениями риска (0,37-0,46) обладают Каменский, Подгоренский, Верхнемамонский и Богучарский районы. Здесь наблюдается практически полное отсутствие сбросов загрязненных сточных вод в открытые водоемы. Но расчет удельного индекса загрязненности, показал, что вода достаточно сильно загрязнена.

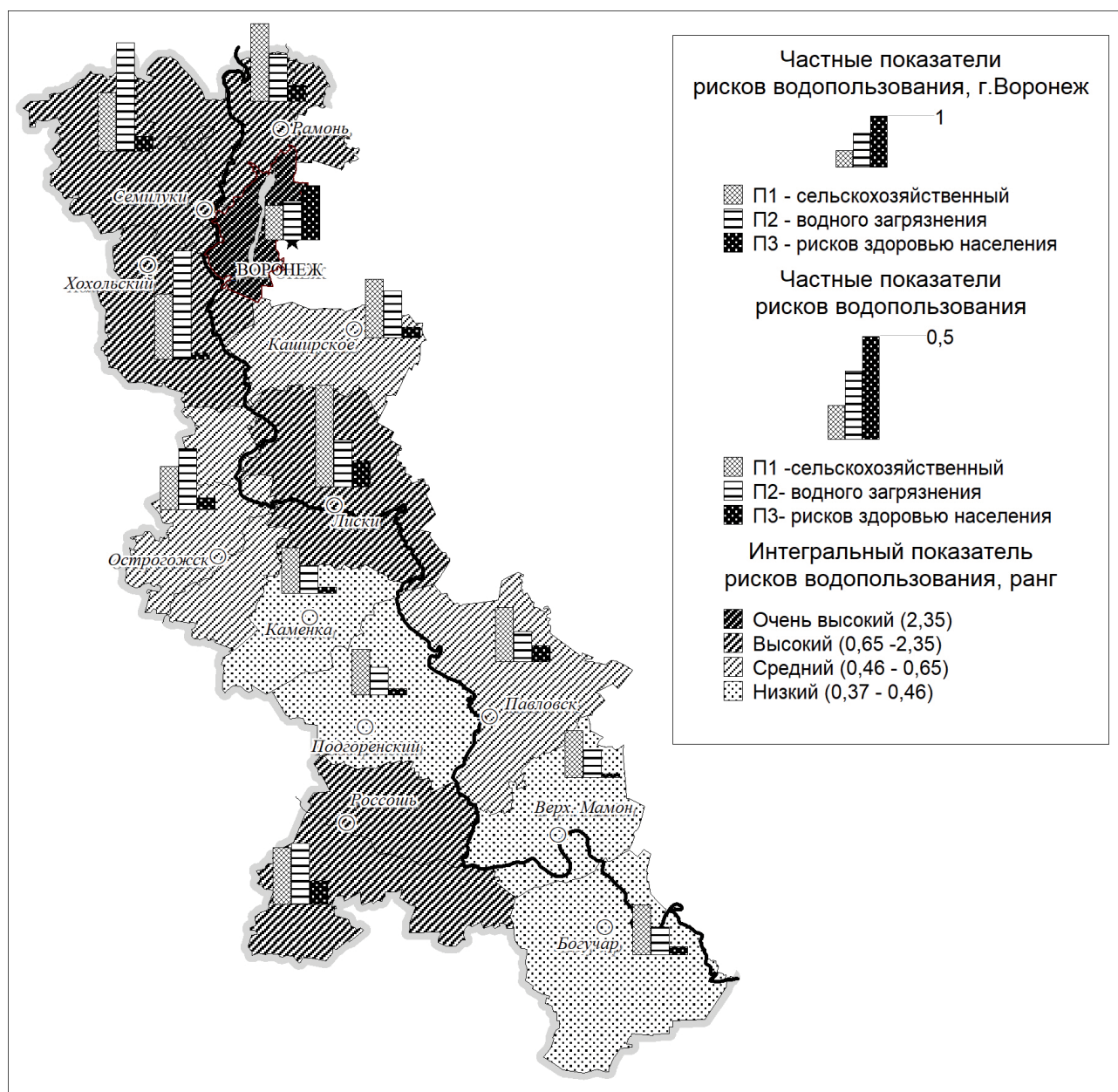


Рис. Плотность населения Воронежской области
[Fig. Population density in Voronezh region]

Этот факт можно объяснить тем, что в водоток поступают сбросы сточных вод от различных источников с большим содержанием загрязняющих веществ, чем воды рассматриваемого объекта.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, зонирование региона по показателям антропогенного воздействия свидетельствует о повышенной и высокой нагрузке на большей части долины реки Дон, прежде всего, в пределах Воронежской городской агломерации и в ближнем Подворонежье (Рамонский, Хохольский, Лискинский муниципальные районы), что

служит важным обосновывающим фактором для выбора пунктов наблюдений с целью региональной гидрохимической экодиагностики и оценки экологических рисков водопользования в Донском бассейне.

Результаты, полученные с помощью авторской методики оценки водосборной территории по уровню антропогенной нагрузки могут стать эффективным инструментом для анализа соци-экологического состояния регионов. На основе полученных результатов возможно принятие грамотных управленческих решений, нацеленных на уменьшение негативных воздействий на окружающую среду с учетом антропогенных нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Глинский В. В., Серга Л. К., Хван М. С. Оценка экологической безопасности муниципальных образований региона: система показателей, методика расчета, применение // *Идеи и идеалы* (2), 2015, № 4, 13-32.
2. Исаченко А. Г. *Экологическая география России*. Санкт-Петербург: Издательский дом СПбГУ, 2001. 328 с.
3. Интегральное эколого-микrokлиматическое зонирование городской среды (на примере г. Воронежа) / И. В. Попова, С. А. Куролап, В. П. Закусилов, Г. И. Мазуров // *Естественные и технические науки*, 2018, № 11 (125), с. 277-281.
4. Кочуров Б. И. *Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории*. Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.
5. Нестеров Ю. А. *Цифровые модели геополей: программное обеспечение Vertical Mapper*. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2020. 112 с.
6. Стоящева Н. В. Антропогенная нагрузка на водные объекты бассейна реки Томи // *География и природные ресурсы*, 2018, № 3, с. 95-103.

7. Чибилёв А. А. (мл.), Григорьевский Д. В., Мелешкин Д. С. Пространственная оценка уровня антропогенной нагрузки степных регионов России // *Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные Науки*, 2019, т. 161, № 4, с. 590-606.

8. Hughes, R. M. "Ecological integrity: Conceptual foundations and applications," in *Oxford bibliographies in environmental science*. New York: Oxford University Press, 2019. 315 p.

9. Ranta E., Vidal-Abarca M. R., Calapez A. R., and Feio M. J. *Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem function and services*. *Ecol. Indic.* 2021. 121 p., 106980.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 22.06.2022

Принята к публикации 30.11.2022

GEOECOLOGY

UDC 504.064.2.001.18

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/95-101>

Geocological Assessment of the Watershed Area According to the Level of Anthropogenic Load

A. G. Baskakova¹✉, A. T. Kozlov², A. I. Sumin²

¹Voronezh State University, Russian Federation
(1, Universitetskaya sq., Voronezh, 394018)

²Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin, Russian Federation
(54a, Old Bolsheviks str., Voronezh, 394064)

Abstract: The purpose is to assess the catchment area for the level of anthropogenic load in areas of intense anthropogenic impact.

Materials and methods. Based on our own observations, as well as stock long-term data for the period 2019-2021 provided by the Voronezh Centre for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, the database for calculating the level of anthropogenic load has been formed.

Results and discussion. In the territory of the Don River basin, regions with different anthropogenic pressures and impacts on water resources are clearly differentiated. Four degrees of risk from low to very high have been identified through water risk analysis. A very high (maximum) risk level includes the area of the Voronezh Metropolitan District along the western edge of which the Don River valley runs.

© Baskakova A. G., Kozlov A. T., Sumin A. I., 2022

✉ Anna G. Baskakova, e-mail: geoecolog@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Conclusions. In order to improve the environmental rationing system, especially in areas of high anthropogenic pollution, the comprehensive assessment should be introduced. It should be based on criteria that take into account the interconnectedness of all processes.

Key words: anthropogenic load, Voronezh region, water use risks, geo-ecological assessment.

Funding: The research was supported by the Russian Foundation for Basic Research, project No. 20-05-00779.

For citation: Baskakova A.G., Kozlov A.T., Sumin A.I. Geoecological assessment of the watershed area According to the Level of Anthropogenic Load. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoekologija*, 2022, no. 4, pp. 95-101. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2022/4/95-101>

REFERENCES

1. Glinskij V.V., Serga L.K., Hvan M.S. Ocenka je-kologicheskoy bezopasnosti municipal'nyh obrazovaniy regiona: sistema pokazatelej, metodika rascheta, primenenie [Assessment of environmental safety of municipalities in the region: a system of indicators, calculation methods, application]. *Idei i idealy* (2), no. 4, pp. 13-32 (in Russ.)

2. Isachenko A.G. *Jekologicheskaja geografija Rossii* [Environmental geography of Russia]. Saint-Peterburg: Izdatel'skii dom SPbGU, 2001. 328 p. (in Russ.)

3. Integral'noe jekologo-mikroklimaticeskoe zoni-rovanie gorodskoj sredy (na primere g. Voronezha) [Integral ecological and microclimatic zoning of the urban environment (on the example of Voronezh)] / I.V. Popova, S.A. Kurolap, V.P. Zakusilov, G.I. Mazurov. *Estestvennye i tehnicheckie nauki*, 2018, no. 11 (125), pp. 277-281. (in Russ.)

4. Kochurov B.I. *Geojekologija: jekodiagnostika i jekologo-hozjajstvennyj balans territorii* [Geoecology: eco-diagnosics and ecological and economic balance of the territory]. Smolensk: SGU, 1999. 154 p. (in Russ.)

5. Nesterov Ju.A. *Cifrovye modeli geopolej: programmnoe obespechenie Vertical Mapper* [Digital Geo-field Models: Vertical Mapper Software: A Tutorial]. Voronezh: Izdatel'skij dom VGU, 2020. 112 p. (in Russ.)

6. Stojashheva N.V. Antropogennaja nagruzka na vodnye ob'ekty bassejna reki Tomi [Anthropogenic load on water bodies of the Tom River basin]. *Geografija i prirodnye resursy*, 2018, no. 3, pp. 95-103. (In Russ.)

7. Chibil'ov A.A. (ml.), Grigorevskij D.V., Meleshkin D.S. Prostranstvennaja ocenka urovnja antropogennoj nagruzki stepnyh regionov Rossii [Spatial assessment of the level of anthropogenic load in the steppe regions of Russia]. *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya. Estestvennye Nauki*, 2019, vol. (161), no. 4, pp. 590-606. (In Russ.)

8. Hughes, R.M. "Ecological integrity: Conceptual foundations and applications," in *Oxford bibliographies in environmental science*. New York: Oxford University Press, 2019. 315 p.

9. Ranta E., Vidal-Abarca M. R., Calapez A. R., and Feio M. J. *Urban stream assessment system (UsAs): An integrative tool to assess biodiversity, ecosystem function and services*. *Ecol. Indic.* 2021. 121 p., 106980.

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 22.06.2022

Accepted: 30.11.2022

Баскакова Анна Геннадьевна
преподаватель кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-2132-9094, e-mail: geoecolog@mail.ru

Козлов Александр Тимофеевич
доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

Сумин Александр Иванович
доктор физико-математических наук, профессор, начальник кафедры математики Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж, Российская Федерация

Anna G. Baskakova
Lecturer at the Department of Geoecology and Environmental Monitoring, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-2132-9094, e-mail: geoecolog@mail.ru

Alexander T. Kozlov
Dr. (Biol.) Sci., Professor, Senior Researcher at the Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russian Federation

Alexander I. Sumin
Dr. (Phys. and Math.) Sci., Professor, Head of the Mathematics Department, Military Educational and Scientific Center of the Air Force "Air Force Academy named after N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin", Voronezh, Russian Federation