

УДК 528.92:504.03(571.52)

DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-4-127-134

Картографический метод оценки показателей антропогенной нагрузки муниципальных образований (на примере Республики Тыва)

С. А. Чупикова¹✉, Т. М. Ойдун¹

¹ Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, г. Кызыл, Российская Федерация

e-mail: s_fom@inbox.ru

Аннотация. В статье приведены результаты картографического метода оценки антропогенной нагрузки муниципальных образований Республики Тыва. Метод основан на использовании характерных показателей воздействия на окружающую среду. Цель работы – оценка параметров антропогенной нагрузки районов по основным данным, таким как загрязнение атмосферы, плотность промышленного производства, распаханность территории, плотность поголовья скота на единицу площади сельхозугодий, плотность автомобильных дорог общего пользования. В геоинформационной среде созданы картосхемы антропогенной нагрузки по отдельным показателям, итоговая картосхема. Выявлено, что антропогенная нагрузка распределена по территории Республики Тыва неравномерно. Низкие значения антропогенной нагрузки имеют отдаленные районы, высокие – расположенные в западной и центральной части территории исследования. Предложены некоторые рекомендации, позволяющие снизить антропогенную нагрузку в муниципальных образованиях и уменьшить влияние человеческой деятельности на окружающую среду.

Ключевые слова: антропогенная нагрузка, картографический метод, показатели, муниципальные образования, Республика Тыва

Для цитирования:

Чупикова С. А., Ойдун Т. М. Картографический метод оценки показателей антропогенной нагрузки муниципальных образований (на примере Республики Тыва) // Вестник СГУГиТ. – 2024. – Т. 29, № 4. – С. 127–134. – DOI 10.33764/2411-1759-2024-29-4-127-134

Введение

Антропогенная нагрузка заключается в воздействии человека на окружающую среду и является одной из главных проблем современного общества. Она связана с использованием природных ресурсов, промышленным производством, строительством и другими видами деятельности, которые оказывают влияние на экосистемы [1–7]. Поэтому оценка показателей антропогенной нагрузки должна проводиться систематически и регулярно. Муниципальные образования играют важную роль в сохранении экологической стабильности на территории страны. В муниципальных образованиях антропогенная нагрузка может быть особенно высокой из-за

большого количества населения, инфраструктуры и транспорта. Оценка показателей антропогенной нагрузки является важным шагом для определения ее уровня и выработки мер по ее снижению. Она включает в себя изучение различных факторов, таких как выбросы загрязняющих веществ, расход энергии и ресурсов, количество отходов и т. д. Однако, как правило, оценка показателей антропогенной нагрузки в муниципалитетах проводится поверхностно и не всегда дает полную картину происходящих процессов.

Цель работы – оценка показателей антропогенной нагрузки муниципальных образований по различным параметрам, таким как загрязнение атмосферы, плотность промышленного производства, распаханность территории,

плотность поголовья скота на единицу площади сельхозугодий, плотность автомобильных дорог общего пользования с применением инструментария геоинформационных систем.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на основе данных Федеральной службы государственной статистики (Росстата) и государственного доклада [8, 9]. Применялись картографический, аналитический и сравнительный методы оценки показателей антропогенной нагрузки. Картографический метод основан на использовании репрезентативных показателей воздействия на окружающую среду. При создании карт антропогенной нагрузки была задействована методика, изложенная в работах [2–7], согласно которой в качестве основных показателей оценки антропогенной нагрузки были приняты следующие: плотность населения, распаханность территории, плотность сельского населения. Сравнительная оценка нагрузок очагового характера, связанная с воздействием промышленности и урбанизации, рассчитывалась с учетом концентрации (на единицу площади) выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, плотности городского населения и его доли в общем населении региона. На основе проведенных расчетов создана геоинформационная база данных и проведено картографирование антропогенной нагрузки по определенным показателям. Вы-

бор муниципальных образований в качестве территориальных ячеек для расчета и отображения, обусловлен доступностью, а также наличием необходимой статистической информации. Кроме этого, выбранный способ представления соответствует масштабу и задачам исследования. Картографическое отображение показателей исполнено способом картограмм. Расчеты проводились в программе Excel, полученные результаты визуализируются в геоинформационных программах QGIS, ArcView, MapInfo и др.

Результаты и обсуждения

Антропогенная нагрузка является основным фактором, влияющим на экологическую ситуацию в муниципальных образованиях. Для оценки этого показателя необходимо проводить комплексный анализ, учитывающий различные аспекты человеческой деятельности, такие как промышленность, транспорт, строительство и бытовые отходы. На карте (рис. 1) показаны места размещения основных источников загрязнения на территории Тувы. Один из ключевых индикаторов антропогенной нагрузки – выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Для их измерения используются специальные датчики, мониторинговые станции и данные дистанционного зондирования Земли [10, 11]. Также оцениваются объемы выбросов от конкретных предприятий или объектов [12].

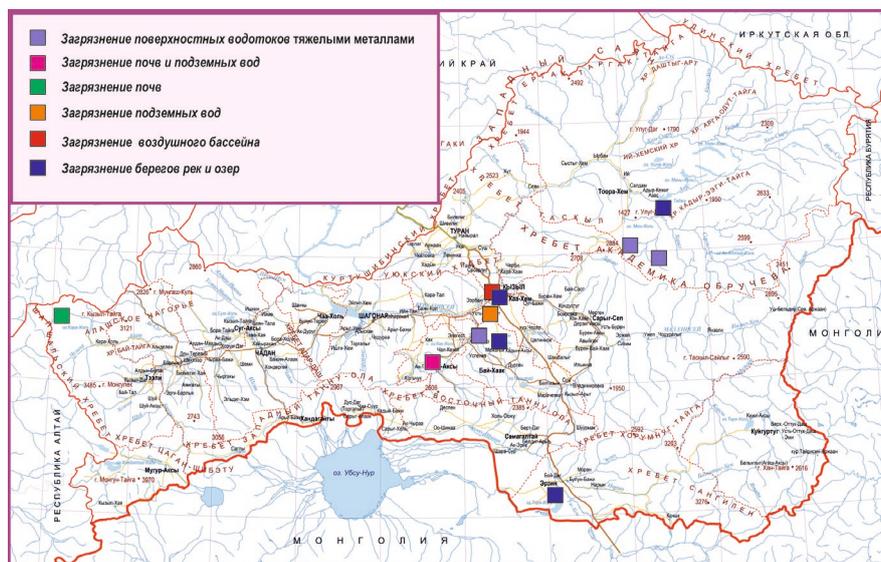


Рис. 1. Места размещения основных источников загрязнения на территории Тувы

Важным показателем является количество твердых бытовых отходов и методы их утилизации. Это может быть мусорный полигон или переработка на специализированных заводах. При этом учитывается не только количество отходов, но и степень опасности для окружающей среды [13]. Также проводится анализ состояния водных ресурсов муниципального образования. Оцениваются загрязнение воды сточными водами, уровень ее минерализации и наличие токсичных элементов [10, 14].

Стоит отметить, что анализ показателей антропогенной нагрузки необходимо проводить регулярно, так как экологическая ситуация может меняться со временем. При этом оценку нужно проводить исходя из конкретных условий муниципального образования, поскольку каждый регион имеет свои особенности.

В целом, комплексный анализ показателей антропогенной нагрузки позволяет оценить состояние окружающей среды в муниципальном образовании и принимать меры по улучшению экологической ситуации. Важно помнить, что забота о природе – задача не только государства или предприятий, но и каждого жителя муниципального образования.

Влияние антропогенной нагрузки на экосистемы

Антропогенная нагрузка – это воздействие человеческой деятельности на природные экосистемы. Она может проявляться в виде загрязнения окружающей среды, уничтожения естественных ресурсов и изменения климата. Влияние антропогенной нагрузки на экосистемы муниципальных образований является одной из основных проблем современного городского развития.

При оценке показателей антропогенной нагрузки необходимо учитывать различные факторы, такие как численность населения, индустриализация, транспорт и другие отрасли экономики. Это позволяет определить уровень нагрузки на окружающую среду и его возможное влияние на экосистемы.

Один из основных эффектов антропогенной нагрузки – это загрязнение окружающей среды. Выбросы вредных веществ в атмосферу, сброс сточных вод и химических отхо-

дов могут вызывать серьезный ущерб для живых организмов и экологической системы в целом. К примеру, водоемы могут загрязняться пестицидами, тяжелыми металлами и другими веществами, что приводит к гибели рыб и других животных.

Некоторые виды антропогенной нагрузки также могут изменять климат, например, выбросы парниковых газов. Это может приводить к нарушению баланса экосистем и угрожать вымиранию определенных видов животных и растений.

Оценка показателей антропогенной нагрузки является важным шагом для разработки эффективных стратегий по снижению ее уровня. Муниципальные образования должны проводить мониторинг загрязнения окружающей среды и разрабатывать программы по сокращению выбросов вредных веществ. Важно также осуществлять контроль за промышленными предприятиями и другими объектами, которые могут быть потенциальными источниками антропогенной нагрузки. Необходимо поддерживать социальную ответственность бизнеса и разрабатывать новые технологии для минимизации отрицательного влияния на экосистемы.

Таким образом, оценка показателей антропогенной нагрузки является важным шагом для создания устойчивого развития муниципальных образований. Необходимо принимать меры по сокращению выбросов вредных веществ и контролировать деятельность промышленных предприятий, чтобы сохранить баланс экосистем и защитить окружающую среду.

Для выполнения оценки показателей антропогенной нагрузки муниципальных образований с помощью картографического метода была принята пятиуровневая шкала функционального использования, дифференцированная по силе антропогенной нагрузки, где 1 балл получили территории с наименьшей нагрузкой, 5 баллов – с наибольшей (таблица). На рис. 2 показаны результаты проведенных расчетов антропогенной нагрузки по отдельным показателям. Для большей наглядности, каждый уровень антропогенной нагрузки на частных и итоговой картосхемах окрашен разным цветом, (с увеличением нагрузки повышается интенсивность цветового оттенка).

Условная шкала показателей антропогенной нагрузки, метод естественных границ

Показатель антропогенной нагрузки	Интенсивность нагрузки				
	очень низкая	низкая	средняя	высокая	очень высокая
	Баллы				
	1	2	3	4	5
Плотность промышленного производства, тыс. руб./км ²	13,427–41,183	41,184–76,065	76,066–175,152	175,153–418,042	418,043–1791,781
Плотность выбросов вредных веществ в атмосферу, т/км ² год	< 0,00004	0,00005–0,005	0,006–0,0088	0,009–0,0211	0,0212–0,12
Плотность автодорог общего пользования, км/км ²	0,00–0,008	0,009–0,02	0,03–0,05	0,06–0,145	0,146–0,28
Распаханность территории, %	0,00–0,942	0,943–3,864	3,865–5,989	5,99–12,214	12,215–23,470
Плотность поголовья скота на единицу площади сельхозугодий, гол./га	0,148–0,252	0,253–0,467	0,468–0,664	0,665–0,929	0,93–1,341
Общая плотность населения, чел./км ²	0,00–0,20	0,21–0,70	0,71–1,60	1,61–2,20	2,21–3,9

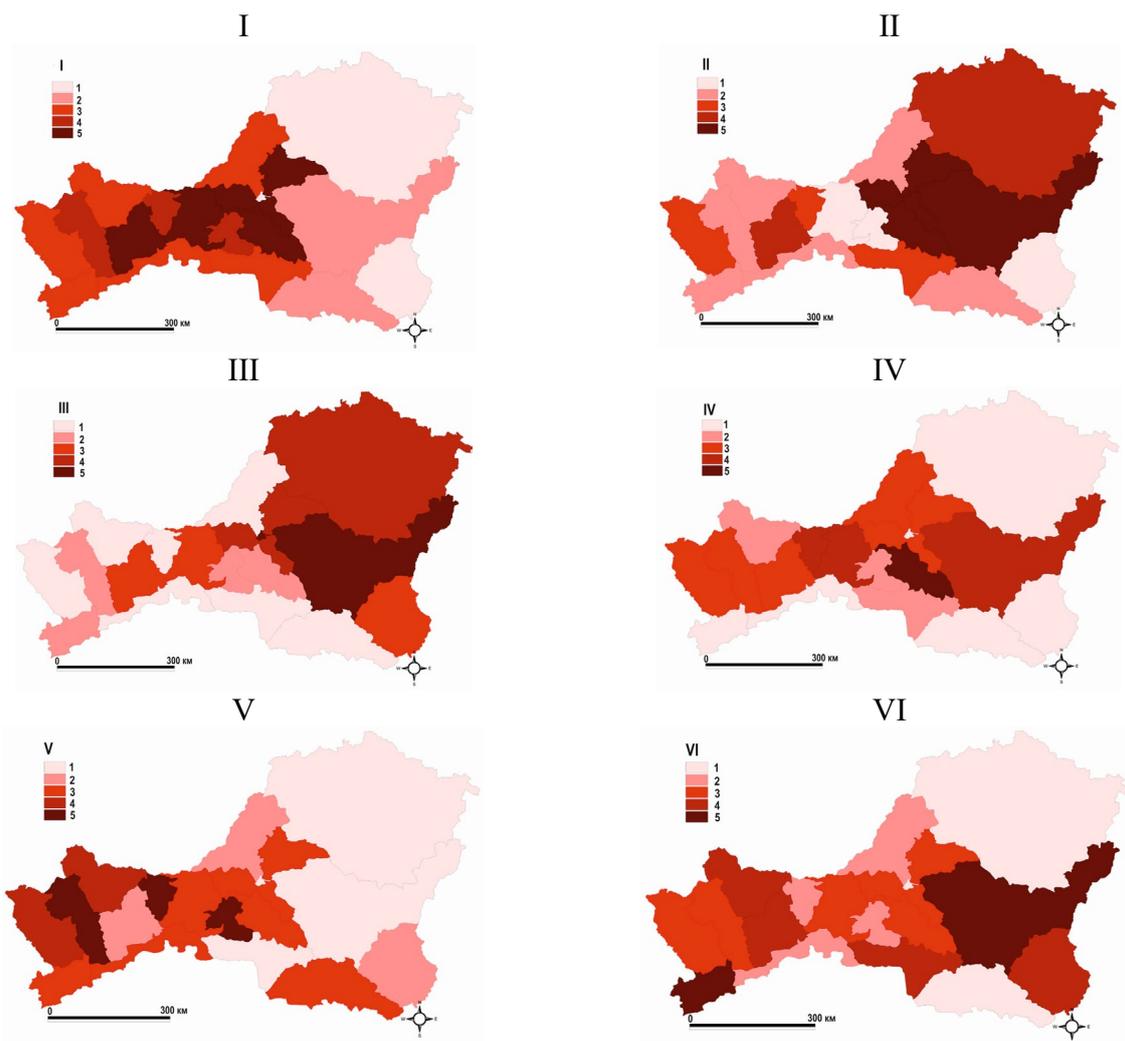


Рис. 2. Картограммы антропогенной нагрузки (по отдельным показателям)

Виды нагрузки: I – общая плотность населения, II – плотность выбросов вредных веществ в атмосферу, III – плотность промышленного производства, IV – распаханность территории, V – плотность поголовья скота на единицу площади сельхозугодий, VI – плотность автомобильных дорог общего пользования.

Анализ рис. 2 показывает, что районы, имеющие наименьшую плотность населения – Тоджинский и Тере-Хольский. Эти же районы характеризуются самыми низкими значениями по распаханности территории. Наибольшие значения плотности населения – в Дзун-Хемчикском, Кызылском и Улуг-Хемском районах. По концентрации выбросов вредных веществ в атмосферу высокий показатель в Кызылском и Каа-Хемском муниципальных образованиях, самый низкий – в Тере-Хольском и Улуг-Хемском. Каа-Хемский район обладает максимальной нагрузкой по плотности промышленного производства. У семи районов – Эрзинского, Тес-Хемского, Овюрского, Бай-Тайгинского, Сут-Хольского, Чаа-Хольского, Пий-Хемского значение плот-

ности промышленного производства имеет минимальные показатели. По количеству поголовья скота на единицу площади сельхозугодий наибольшую нагрузку испытывают три района – Бай-Тайгинский, Чаа-Хольский, Чеди-Хольский, низкую – Тес-Хемский, Каа-Хемский и Тоджинский. Данные по плотности автомобильных дорог общего пользования [9] (без учета трассы федерального значения Р-257): низкие значения в Тоджинском и Эрзинском районах, более разветвленная сеть автомобильных дорог – в Каа-Хемском и Монгун-Тайгинском районах.

Итоговая оценка антропогенной нагрузки муниципальных образований Республики Тыва была произведена путем суммирования качественных оценок нагрузки по всем установленным видам. Для этой цели использовалась принятая пятиуровневая шкала, дифференцированная по силе антропогенной нагрузки (см. таблицу). Общая нагрузка рассчитана как сумма потенциалов по всем видам нагрузки, выраженная в условных единицах, на её основе создана итоговая картосхема (рис. 3).

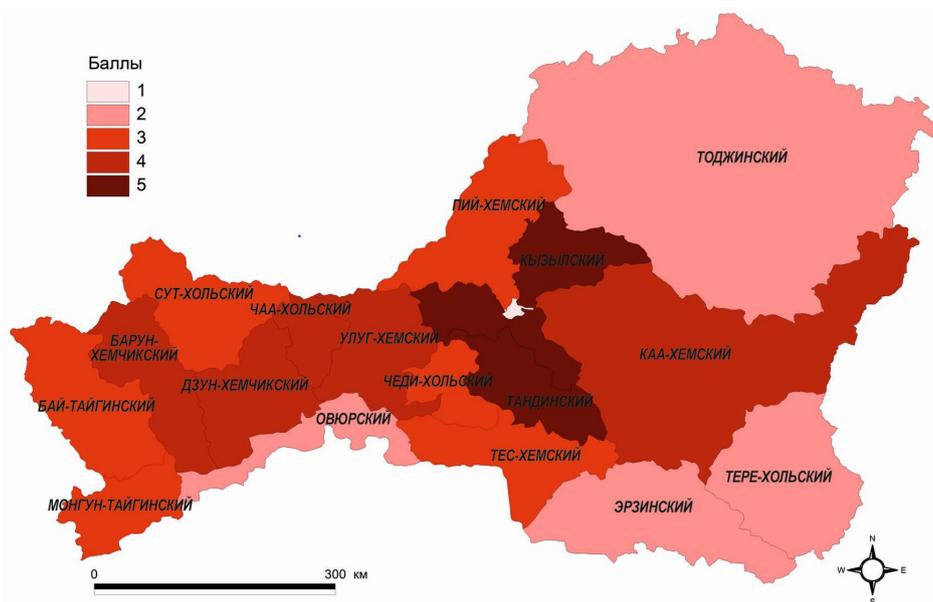


Рис. 3. Итоговая картосхема оценки антропогенной нагрузки

В результате анализа итоговой картосхемы (см. рис. 3) были выявлены следующие закономерности. Антропогенная нагрузка распределена по территории Республики

Тыва неравномерно. Низкие значения антропогенной нагрузки имеют отдаленные районы: Тере-Хольский, Тоджинский, Эрзинский и Овюрский. Средние показатели антропо-

генной нагрузки испытывают следующие муниципальные образования: Монгун-Тайгинский, Бай-Тайгинский, Сут-Хольский, Пий-Хемский, Чеди-Хольский и Тес-Хемский. Высокая антропогенная нагрузка фиксируется в Барун-Хемчикском, Чаа-Хольском, Улуг-Хемском и Каа-Хемском районах. Самая высокая антропогенная нагрузка – в Кызылском районе.

Антропогенная нагрузка на муниципальные образования может быть снижена путём реализации определённых рекомендаций.

Во-первых – использование экологически безопасных источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия. Также можно провести эффективную изоляцию зданий и улучшить системы отопления, чтобы уменьшить потребление энергии.

Во-вторых – разработка программ по сортировке отходов и повышению их переработки. Например, организация специальных мусоросборников для различных видов отходов (бумага, стекло, пластик), а также создание центров по их переработке.

В-третьих – принятие мер по сохранению природной среды, которые могут включать программу по высадке новых деревьев или

создание зон для сохранения природных ландшафтов.

Реализация вышеуказанных рекомендаций поможет снизить антропогенную нагрузку на муниципальные образования и уменьшить влияние человеческой деятельности на окружающую среду.

Заключение

Выполнена картографическая оценка антропогенной нагрузки муниципальных образований Республики Тыва с использованием геоинформационных технологий. Созданы картограммы антропогенной нагрузки по отдельным показателям, итоговая картограмма. Полученные изображения позволяют наглядно оценить степень антропогенной нагрузки Республики Тыва. Результаты исследования могут быть использованы для разработки эффективных программ по уменьшению негативного влияния человеческой деятельности на окружающую природу и обеспечению устойчивого развития муниципальных образований.

Работа выполнена в рамках государственного задания ТувИКОПР СО РАН

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рунова Т. Г., Волкова И. Н. Оценка антропогенного воздействия на среду для целей управления природопользованием // Изв. РАН. Сер. Географ. – 1994. – № 1. – С. 31–41.
2. Исаченко А. Г. Экологическая география России. – СПб. : Издательский дом СПбГУ, 2001. – 328 с.
3. Исаченко А. Г. Введение в экологическую географию. – СПб. : Издат. дом СПбГУ, 2003. – 192 с.
4. Исаченко А. Г. Экологическая емкость ландшафта, ее отношение к глобальной продовольственной проблеме и подходы к оценке // Известия Русского географического общества. – 2001. – Т. 133, № 6. – С. 1.
5. Pizzolotto R., Brandmayr P. An index to evaluate landscape conservation state based on land use pattern analysis and Geographic Information System techniques // Coenoses. – 1996. – Vol. 11. – P. 37–44.
6. Costa, R. T., Gonçalves C. F., Fushita A. T., dos Santos J. E. Land Use / Cover and Naturalness Changes for Watershed Environmental Management (Southeastern Brazil) // Journal of Geoscience and Environment Protection. – 2017. – Vol. 5. – P. 1–14. – DOI 10.4236/gep.2017.511001.
7. Bakunova O. M., Abraztsova V. M., Bakunov A. M., Burkin A. V. Improvement of anthropogenic environmental loads assessment methods using modern information technologies // Web of Scholar. – 2019. – № 10 (40). – С. 28–32.
8. Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды Республики Тыва в 2020 году [Электронный ресурс]. – URL: <https://dfe904aa-14eb-44d0-887b-444c9966a7da.pdf> (дата обращения: 15. 06. 2023).

9. Официальный сайт Тывастат [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://24.rosstat.gov.ru/>.

10. Абишева М. Т., Хлебникова Е. П. Комплексное использование данных аэрофотосъемки и наземных измерений при оценке радиационной обстановки водных объектов // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 1. – С. 68–75.

11. Чульдун А. Ф., Чупикова С. А. Динамика показателей загрязненности снежного покрова в г. Кызыле в 2013–2021 гг. по данным дистанционного зондирования // Оптика атмосферы и океана. – 2023. – Т. 36, № 04. – С. 299–303.

12. Гордиенко А. С., Кулик Е. Н. Данные дистанционного зондирования Земли при оценке эколого-экономического ущерба от загрязнений окружающей среды нефтью // Вестник СГУГиТ. – 2021. – Т. 26, № 2. – С. 37–46.

13. Заборцева Т. И. Потенциал развития средозащитной инфраструктуры: экономико-географический подход и ГИС-технологии [Электронный ресурс] // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура. Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф. (19–20.10.2023, Кызыл, Россия) / Отв. ред. канд. экон. наук Ш. Ч. Соян. – Кызыл: Туви-КОПР СО РАН, 2023. – С. 235–238. – URL: <http://tikopr.sbras.ru/>.

14. Мустафин М. Г., Вальков В. А., Павлов Н. С., Виноградов К. П., Боголюбова А. А. Мониторинг водных объектов дистанционными методами // Вестник СГУГиТ, – Т. 28, № 2. – 2023. – С. 67–75

Об авторах

Светлана Алексеевна Чупикова – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории геоинформатики и моделирования процессов.

Тана Михайловна Ойдуп – кандидат социологических наук, ученый секретарь.

Получено 11.03.2024

© С. А. Чупикова, Т. М. Ойдуп, 2024

Cartographic method for assessing anthropogenic load indicators of municipalities (using the example of the Republic of Tyva)

S. A. Chupikova¹✉, T. M. Oydup¹

¹ Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of Siberian Branch of the Russian Academy of Science, Kyzyl, Russian Federation

e-mail: s_fom@inbox.ru

Abstract. The article presents the results of the cartographic method for assessing the anthropogenic load of municipalities of the Republic of Tyva. The method is based on the use of characteristic indicators of environmental impact. The purpose of the work is to assess the parameters of the anthropogenic load of areas based on basic data, such as air pollution, density of industrial production, plowed territory, livestock density per unit area of farmland, density of public roads. In the geographic information environment, maps of anthropogenic load were created for individual indicators, and the final map was created. It was revealed that the anthropogenic load is distributed unevenly across the territory of the Republic of Tyva. Low values of anthropogenic load are found in remote areas, while high values are located in the western and central parts of the study area. Some recommendations are proposed to reduce the anthropogenic load in municipalities and reduce the impact of human activity on the environment.

Keywords: anthropogenic load, cartographic method, indicators, municipalities, Republic of Tyva

REFERENCES

1. Runova, T. G., & Volkova, I. N. (1994). Assessment of anthropogenic impact on the environment for the purposes of environmental management. *Izv. RAN. Ser. Geograf. [Izv. RAS. Ser. Geographer]*. 1, 31–41 [in Russian].
2. Isachenko, A. G. (2001). *Ekologicheskut geografiyu in Russian* [Environmental geography of Russia]. St. Petersburg: Publ. House of St. Peterburg State University, 328 p. [in Russian].
3. Isachenko, A. G. (2003). *Vvedenie v ekologicheskut geografiyu* [Introduction to environmental geography]. St. Petersburg: Publ. House of St. Petersburg State University, 192 p. [in Russian].
4. Isachenko, A. G. (2001). Ecological capacity of the landscape, its relation to the global food problem and approaches to assessment. *Izvestiya Russkogo geograficheskogo obshhestva. [News of the Russian Geographical Society]*. Т. 133 (6). 1. [in Russian].
5. Pizzolotto, R., & Brandmayr, P. (1996). An index to evaluate landscape conservation state based on landuse pattern analysis and Geographic Information System techniques. *Coenoses*, Vol. 11, P. 37–44.
6. Costa, R. T., Gonçalves, C. F., Fushita, A. T., & dos Santos, J. E. (2017). Land Use / Cover and Naturalness Changes for Watershed Environmental Management (Southeastern Brazil). *Journal of Geoscience and Environment Protection*, Vol.5, P. 1–14. DOI 10.4236/gep.2017.511001.
7. Bakunova, O. M., Abraztsova, V. M., Bakunov, A. M., & Burkin, A. V. (2019). Improvement of anthropogenic environmental loads assessment methods using modern information technologies. *Web of Scholar*, № 10 (40), P. 28 – 32.
8. State report on the state and protection of the environment of the Republic of Tyva in 2020 [Electronic resource]. Retrieved from <https://dfe904aa-14eb-44d0-887b-444c9966a7da.pdf> (access date: 06/15/2023).
9. Official website of Tyvastat. Retrieved from <https://24.rosstat.gov.ru/> is free.
10. Abisheva, M. T., & Khlebnikova, E. P. (2021). Integrated use of aerial photography data and ground measurements in assessing the radiation situation of water bodies. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26 (1), 68–75 [in Russian].
11. Chuldum, A. F., & Chupikova, S. A. (2023). Dynamics of snow cover pollution indicators in the city of Kyzyl in 2013–2021. according to remote sensing data. *Optika atmosfery` i okeana [Atmospheric and ocean optics]* 36(4), 299–303 [in Russian].
12. Gordienko, A. S., Kulik, E. N. (2021). Data from remote sensing of the Earth when assessing environmental and economic damage from environmental pollution with oil. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 26 (2), 37–46 [in Russian].
13. Zabortseva, T. I. (2023). Potential for the development of environmental protection infrastructure: economic-geographical approach and GIS technologies // *Regional economy: technology, economics, ecology and infrastructure. Maters of the IV International Scientific and Practical Conference (19-20.10.2023, Kyzyl, Russia) / Ed. by Candidate of Economic Sciences Sh.Ch. Soyana [Electron. resource]*. – Kyzyl: TialuvIKOPR SB RAS, pp. 228–231., Retrieved from: <http://tikopr.sbras.ru/>, free. pp.235–238 [in Russian].
14. Mustafin, M. G., Valkov, V. A., Pavlov, N. S., Vinogradov, K. P., & Bogolyubova, A. A. (2023). Monitoring of water bodies by remote methods. *Vestnik SGUGiT [Vestnik SSUGT]*, 28(2), 67–75 [in Russian].

Author details

Svetlana A. Chupikova – Ph. D., Senior Researcher, Laboratory of Geoinformatics and Process Modeling.

Tana M. Oydup – Ph. D., Scientific Secretary.

Received 11.03.2024

© S. A. Chupikova, T. M. Oydup, 2024