

УДК 504.05: 504.064

DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-10-38-45

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА НА ПРИМЕРЕ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY IN THE SIBERIAN FEDERAL DISTRICT ON THE EXAMPLE OF THE TRANSBAIKAL REGION



*А. П. Щербатюк, Забайкальский государственный университет, г. Чита
andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru*

A. Scherbatyuk, Transbaikal State University, Chita

Предложен вариант экологической оценки чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха территорий Сибирского федерального округа, расположенных в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин. Для изучения географических и технопричин чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха городов в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин определены модельный регион – Забайкальский край и его столица – г. Чита. Осуществлен анализ данных о среднегодовых и максимальных концентрациях, превышениях ПДК по трем городам и 33 муниципальным районам за 2013–2015 гг. Выявлено, что котловинный фактор территориальной организации способствует удобному сосредоточенному расселению населения и формированию узлов опорного каркаса исследуемых территорий. Отмечено, что воздействие котловин резко проявляется в период антициклонов. Доказано, что при прочих равных условиях способность атмосферы к рассеиванию выбросов автотранспорта, промышленных и коммунальных предприятий на территории Забайкальского края меньше, чем в других регионах России. Обобщены приоритетные загрязнители атмосферного воздуха в г. Чита, не соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам. Установлена зависимость между суммарным выбросом загрязняющих веществ, особенно бенз(а)пирена, и количеством онкологических заболеваний органов дыхания

Ключевые слова: экологическая оценка и прогнозирование; внутриконтинентальные межгорные котловины; атмосферный воздух; природные и антропогенные факторы; экологическая безопасность; биоаккумуляция; атмосферная циркуляция; медико-демографические потери; транспортная нагрузка; техногенные выбросы

A version of the ecological assessment of extremely high local pollution of atmospheric air in the territories of the Siberian Federal District, located in the conditions of intercontinental inter-mountain basins is proposed. To study the geographic and technical causes of extremely high local pollution of the atmospheric air of cities in the conditions of intercontinental intermontane basins, a model region is identified – the Transbaikal Region and its capital – Chita. The analysis of data on average annual and maximum concentrations, excess of MPC for 3 cities and 33 municipal districts for the period 2013-2015 is made. It was revealed that the hollow factor of the territorial organization facilitates the convenient concentrated population dispersal and nodes' formation of the supporting framework of the investigated territories. It is noted that the influence of the basins is sharply manifested in the period of anticyclones. It is noted that the ability of the atmosphere to dissipate emissions of vehicles, industrial and municipal enterprises in the Transbaikal Region is less, other things being equal, than in other regions of Russia. Priority pollutants of atmospheric air in Chita, not corresponding to sanitary and hygienic standards, are summarized. The dependence between the total emission of pollutants, especially benz(a)pyrene, and a number of oncological diseases of the respiratory system are established

Key words: environmental assessment and prediction; intrercontinental intermountain hollows; atmospheric air; natural and anthropogenic factors; ecological safety; bioaccumulation; atmospheric circulation; medical and demographic losses; transport load; technogenic emissions

Введение. Города в силу специфических свойств — это высоко урбанизированная среда, в которой размещаются промышленные предприятия, имеется развитая транспортная магистраль, являющиеся безальтернативными двигателями научно-технического прогресса [1]. Оценка и прогнозирование возникновения и проявления чрезвычайно локального загрязнения воздуха в окрестностях автомагистралей пятью приоритетными веществами, включая бенз(а)пирен, основаны на системной совокупности взаимосвязанных геофизических, экологических, технических и социально-экономических факторов [3].

К приоритетным загрязнителям, токсичным и вредным веществам (ТВ и ВВ) относятся вещества, представляющие опасность для здоровья человека, имеющие широкую распространенность в окружающей среде, воздействующие на атмосферный воздух и экосистему города в целом, характеризующиеся высокой стойкостью, способностью к биоаккумуляции и миграции в различных средах [1; 6; 7; 9].

Следует отметить, что котловинный фактор территориальной организации способствует удобному сосредоточенному расселению населения и формированию узлов опорного каркаса (ОК) исследуемых территорий. Таким образом, опорный каркас — это весомый результат процесса концентрации субъектов иерархии административного районирования территории страны, приобретающей особо важное значение в эпоху мобильного развития современной индустриальной среды, усиленной географической спецификой [2; 4; 5; 10].

Согласно мониторингу качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека, изучение ОК взятых за основу модельного региона и города, позволяет производить оценку и прогнозирование чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха природно-технических систем в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин.

Объект и методы исследования. Объект исследования — атмосферный воздух территорий Сибирского федерального

округа в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин.

Задача исследования — экологическая оценка чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха территорий Сибирского федерального округа в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин.

Экологическая оценка чрезвычайно высокого локального загрязнения атмосферного воздуха основана на традиционных, усовершенствованных и новых *методах*, разработанных автором.

Природные и антропогенные факторы анализировались с использованием классических методов исследований: сравнительно-географического; картографического; исторического; географического районирования, а также методов дистанционных наблюдений: инновационных космических технологий геоинформационных интернет-ресурсов, интерактивной карты России с высотами, видеопаспартизации и электронного атласа автомобильных дорог, систем подспутникового позиционирования GPS. Для оценки среднемноголетнего режима климатических особенностей котловин использованы данные из «Справочников по климату СССР».

В работе применены статистические данные, взятые из следующих официальных источников: Федеральной службы государственной статистики России, Регионального информационного центра России, официальных сайтов субъектов Федеральных округов и их муниципальных образований, Ежегодных Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации», ежегодных сборников «Социальное положение и уровень жизни населения России», географического, демографического и эколого-географического прогноза и др.

Результаты исследований и их обсуждение. Для комплексных экологических исследований модельного объекта регионального уровня принят Забайкальский край — территория своеобразных ландшафтов, в которой впадины занимают не менее 30 % ее площади, характеризующаяся среднегорным, а местами и высокогорным рельефом.

В состав Забайкальского края входят: 33 муниципальных района, 10 городов, 41 поселок городского типа, 750 сельских населенных пунктов, Агинский Бурятский округ.

Для комплексных медико-биологических исследований проводился анализ данных о среднегодовых и максимальных концентрациях, превышениях предельно допустимых концентраций (ПДК) следующих веществ: взвешенные вещества (пыль), диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота, оксид азота, сероводород, фенол, сажа, формальдегид, бенз(а)пирен по трем городам (Чита, Петровск-Забайкальский, Краснокаменск) и 33 муниципальным районам за 2013–2015 гг.

Максимальные концентрации двух (г. Краснокаменск, Петровск-Забайкальский) и восьми (г. Чита) загрязняющих веществ превысили 1 ПДК. В г. Чита и Петровск-Забайкальский максимальные из среднемесячной концентрации бенз(а)пирена превысили 10 ПДК, причем в г. Чита концентрация бенз(а)пирена за январь 2015 г. составила 61 ПДК.

Оценка степени загрязнения атмосферы городов на территории края показала, что наиболее загрязненными являются г. Чита и Петровск-Забайкальский, входящие в Приоритетный список, имеющие очень высокий (IV) уровень загрязнения воздуха. Краснокаменск имеет низкий (I) уровень загрязнения атмосферы. По данным стационарных наблюдений, на территории Забайкальского края в 2015 г. отмечено семь случаев ЭВЗ атмосферного воздуха по содержанию бенз(а)пирена.

Резко проявляется воздействие антициклонов в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин на территории Сибирского федерального округа: зимой холодный малоподвижный воздух заполняет котловины, поэтому в нижних точках холоднее, чем в горах (инверсия температуры воздуха). Вследствие этого на этих территориях преобладает сильно и жестко морозная погода без ветра с суточными температурами $-22,50...-42,4$ °C. Средняя годовая температура воздуха на территории города является отрицательной и составляет

$-0,7...-3,3$ °C. Продолжительность зимнего периода – 183 дня.

Приоритетными загрязнителями атмосферного воздуха в пределах исследуемых территорий, не соответствующими санитарно-гигиеническим нормативам, являются следующие вещества исследованных проб: бенз(а)пирен (100 %); формальдегид (100 %); взвешенные вещества (100 %); диоксид азота (41,67 %); фенол (100 %), которые являются основными составляющими ТВ и ВВ в выбросах автотранспортного комплекса.

Следует отметить превышение ПДК по содержанию в воздухе бенз(а)пирена в среднем за один год в 17,94 раза, формальдегида – в 4,82 раза, диоксида азота – в 1,3 раза, фенола – в 8,33 раза, взвешенных веществ – в 16,6 раза.

Общие результаты проведенных экспериментальных исследований свидетельствуют о возможности квалифицировать эти территории как экологически неблагоприятные с точки зрения загрязнения атмосферного воздуха как в теплый, так и в холодный периоды года, благодаря сложному котловинному рельефу и большой длительности зимнего периода.

Показатели медико-демографических потерь, вызванные загрязнениями атмосферного воздуха на территории Забайкальского края, проанализированы за 2005–2015 гг. Следует констатировать, что показатель смертности населения Забайкальского края по болезни органов дыхания за анализируемый период систематически увеличивается. На рис. 1 приведен пример показателей смертности населения Забайкальского края по болезни органов дыхания за 2013–2015 гг., а также осуществлена оценка экологической безопасности воздушной среды Забайкальского края.

Индикаторы устойчивости развития территории (на примере Сибирского федерального округа, 2015 г.) показаны на рис. 2 (составлено автором).

Индикаторы деструкции территории (на примере Сибирского федерального округа, 2015 г.) приведены на рис. 3 (составлено автором).

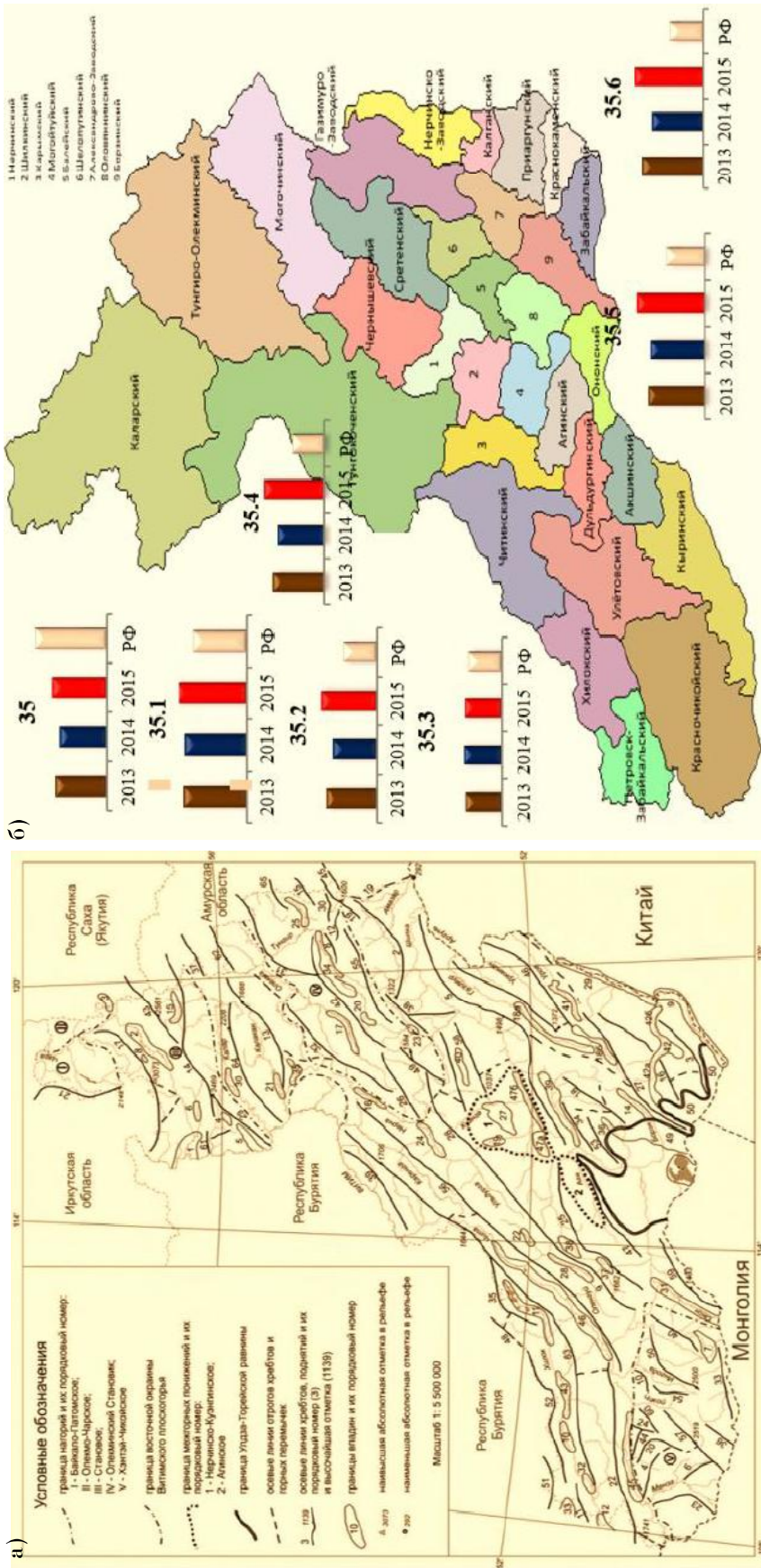


Рис. 1. Оценка экологической безопасности воздушной среды Забайкальского края: а) орографическая схема Восточного Забайкалья (составил В.С. Кулаков); б) показатели населения по демографическим потерям, вызванным загрязнением атмосферы воздухом. Условные обозначения: показатель 35 – смертность населения по болезни органов дыхания (71,2; 66,2; 75,9; 54,5, чел); 35,1 – мужчины на 100 000 населения (93,9; 91,6; 105,8; 79,2); 35,2 – женщины на 100 000 населения (50,4; 42,9; 55,1; 33,1); 35,3 – злокачественные образования органов дыхания (42,6; 44,5; 43,4; 38,6); 35,4 – старше трудоспособного возраста на 100 000 населения (258,7; 235,9; 302,5); 35,5 – женщины старше трудоспособного возраста на 100 000 населения (509,4; 490,3; 607,7; 340,6); 35,6 – мужчины старше трудоспособного возраста на 100 000 населения (159,4; 134,1; 177,6; 86,3), соответственно 2013, 2014, 2015 г., РФ 2014 (составлено автором) / Fig. 1. Assessment of ecological safety of the air environment of the Transbaikalia region: а) orographic scheme of the Eastern Transbaikalia (compiled by V.S. Kulakov); б) indicators of ecological safety of the air environment of the Transbaikalia region. Legend 35-mortality of the population due to respiratory illness (71,2; 66,2; 75,9; 54,5, people); 35,1 – men per 100,000 population (93,9; 91,6; 105,8; 79,2); 35,2 – women per 100,000 population (50,4; 42,9; 55,1; 33,1); 35,3 – malignant formations of the respiratory system (42,6; 44,5; 43,4; 38,6); 35,4 – over working age of men per 100,000 population (258,7; 235,9; 302,5); 35,5 – over working age of a woman per 100,000 population (159,4; 134,1; 177,6; 86,3), respectively 2013, 2014, 2015, RF 2014 (compiled by the author)

Условные обозначения

- 1 – численность постоянного населения – 19 292 740 чел.
- 2 – плотность населения – 3,77 чел./км²
- 3 – естественный прирост + 22 374 чел.
- 4 – миграционный прирост + 39 057 чел. с государствами-участниками СНГ
- 5 – миграционная убыль – 1163 чел. со странами ближнего зарубежья
- 6 – добыча полезных ископаемых – 14,5 %
- 7 – обрабатывающие производства – 10,3 %
- 8 – производство и распределение электроэнергии, газа, воды – 13,0 %
- 9 – сельское хозяйство – 12,0 %
- 10 – другие виды экономической деятельности – 50,2 %
- 11 – мощность эквипозиционной дозы – 0,13 мкЗв/год
- 12 – объемная активность в воздухе – ¹³⁷Cs 10⁷, 1,7 Бк/м³
- 13 – объемная активность в воздухе – ⁹⁰Sr 10⁷, 1,5 Бк/м³
- 14 – выпадение из атмосферы – ¹³⁷Cs 10⁷, 0,16 Бк/м²·год
- 15 – выпадение из атмосферы – ³H 1135,6 Бк/м²·год
- 16 – обеспеченность легковыми автомобилями на 1000 жителей – 254 шт.
- 17 – удельный вес автомобильных дорог с твердым покрытием – 6

Степени влияния на напряженность экологической ситуации территории по балльной системе

- 0–20 – низкая
- 21–40 – пониженная
- 41–60 – средняя
- 61–75 – повышенная
- 76–100 – высокая
- Российская Федерация



Рис. 2. Индикаторы устойчивости развития территории (на примере Сибирского федерального округа, 2015 г.): демографическая нагрузка (показатели 1–5); промышленная нагрузка (показатели 6–10); радиационная нагрузка (показатели 11–15); транспортная нагрузка (показатели 16–17) (составлено автором) / Fig 2. Indicators of the sustainability of the development of the territory (on the example of the Siberian federal district, 2015): demographic load (indicators 1–5); industrial load (indicators 6–10); radiation load (indicators 11–15); transport load (indicators 16–17), (compiled by the author)

Условные обозначения

- 18 – количество выбросов ЗВ, отходящих от стационарных источников – 5688 тыс. т
- 19 – удельные нагрузки выбросов от стационарных источников – 0,295 т/чел.
- 20 – выбросы основных загрязняющих веществ от автотранспорта – 1775,5 тыс. т
- 21 – суммарные выбросы загрязняющих веществ от стационарных и передвижных источников – 7463,5 тыс. т
- 22 – количество городов с ИЗА > 7 – 19
- 23 – количество городов с Q > ПДК – 39
- 24 – количество городов с СИ > 10 – 16
- 25 – количество городов с НП > 0 – 0
- 26 – население в городах с высоким уровнем загрязнения – 30 %
- 27 – выбросы SO₂ от автотранспорта – 10,10 тыс. т
- 28 – выбросы NO_x от автотранспорта – 198,00 тыс. т
- 29 – выбросы ЛОС от автотранспорта – 182,6 тыс. т
- 30 – выбросы CO от автотранспорта – 1369,40 тыс. т
- 31 – выбросы С от автотранспорта – 3,3 тыс. т
- 32 – выбросы NH₃ от автотранспорта – 4,9 тыс. т
- 33 – выбросы CH₄ от автотранспорта – 7,3 тыс. т
- 34 – число умерших в трудоспособном возрасте от всех причин – 71 681 чел.
- 35 – число умерших по причине болезни органов дыхания – 3265 чел.
- 36 – коэффициент смертности населения в трудоспособном возрасте от всех причин (на 100 тыс. населения) – 637,6
- 37 – коэффициент смертности населения по причине болезни органов дыхания – 29

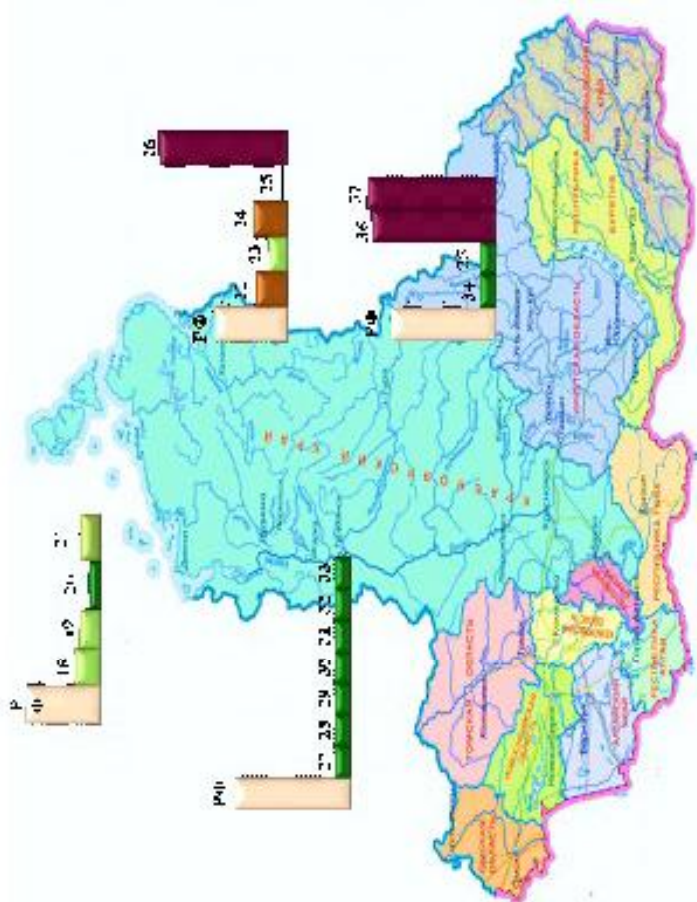


Рис. 3. Индикатор деструкции территории (на примере Сибирского федерального округа, 2015 г.): текущие потоки выделения ТВ и ВВ от стационарных источников (показатели 18–21); характеристики медико-демографического уровня загрязнения (показатели 22–26); выбросы основных загрязняющих веществ от автотранспорта (показатели 27–33); показатели медико-демографической потери, вызванной загрязнением атмосферного воздуха (показатели 34–37) (составлено автором) / Fig. 3. The indicator of the destruction of the territory (based on the example of the Siberian federal district, 2015): current flows of separation of TV and explosives from stationary sources (indicators 18–21); characteristics of pollution levels (indicators 22–26); emissions of major pollutants from road transport (indicators 27–33); indicators of medical-demographic losses caused by air pollution (indicators 34–37) (compiled by the author)

Заключение. Предложенный автором вариант экологической оценки качества атмосферного воздуха территорий Сибирского федерального округа, расположенных в условиях внутриконтинентальных межгорных котловин, позволяет на примере Забайкальского края определять гео- и технопричины возникновения чрезвычайно высоких концентраций токсичных и вредных веществ в атмосферном воздухе исследуемых регионов, наглядно воспроизвести показатели медико-демографических потерь, вызванных загрязнениями атмосферного воздуха.

Список литературы

1. Безуглая Э. Ю., Завадская Е. К. Исследования загрязнения атмосферы и связи с влиянием их на здоровье населения // Современные исследования Главной геофизической обсерватории. СПб.: Гидрометеоздат, 1999. Т. 1. С. 144–161.
2. Винокуров Ю. И., Цимбалей Ю. М., Красноярова Б. А. Физико-географическое районирование Сибири как основа разработки региональных систем природопользования // Ползуновский вестник. 2005. № 4. Ч. 2. С. 3–13.
3. Ворожнин В. С. Разработка методики обеспечения экологической безопасности участников дорожного движения (на примере крупного города): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01. М., 2014. 26 с.
4. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР. М.: Мысль, 1978. 512 с.
5. Данько Л. В., Кузьмин С. Б., Снытко В. А. Байкальские прибрежные геосистемы и их ландшафтно-геохимическая структура // География и природные ресурсы. 2000. № 3. С. 45–51.
6. Кулаков В. С. Географическое положение, территория границы // Энциклопедия Забайкалья. Читинская область: в 4-х т. / гл. ред. Р. Ф. Гениатулин. Новосибирск: Наука, 2002. Т. 1. С. 13–14.
7. Томских А. А. Межгорные котловины Забайкалья: географические аспекты освоения и охраны окружающей среды / отв. ред. А. Т. Напрасников. Новосибирск: СО РАН, 2006. 154 с.
8. Швер Ц. А., Зильберштейн И. А. Климат Читы. Ленинград, 1982. С. 182–186.
9. Chan L. Y., Lau W. L., Zou S.C., Cao Z.X., Lai S.C. Exposure level of carbon monoxide and respirable suspended particulate in public transportation modes while commuting in urban area of Guangzhou, China // Atmospheric Environment. 2002. Vol. 36. P. 5831–5840.
10. Seinfeld J. H. Urban air pollution: state of the science // Science, 243. 1989. P. 745–752.

References

1. Bezuglaya E. Yu., Zavadskaya E. K. *Sovremennyye issledovaniya Glavnoy geofizicheskoy observatorii* (Modern studies of the Main Geophysical Observatory). St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1999, vol. 1, pp. 144–161.
2. Vinokurov Yu. I., Tsymbaley Yu. M., Krasnoyarova B. A. *Polzunovskii vestnik* (Polzunovskii vestnik), 2005, no. 4, part 2, pp. 3–13.
3. Vorozhnin V. S. *Razrabotka metodiki obespecheniya ehkologicheskoy bezopasnosti uchastnikov dorozhnogo dvizheniya (na primere krupnogo goroda): avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.01* (Development of methods for ensuring environmental safety of road users (on the example of a large city): abstract. dis. ... cand. tech. sciences: 05.22.01). Moscow, 2014. 26 p.
4. Gvozdetsky N. A., Mikhailov N. I. *Fizicheskaya geografiya SSSR* (Physical Geography of the USSR). Moscow: Mysl, 1978. 512 p.
5. Danko L. V., Kuzmin S. B., Snytko V. A. *Geografiya i prirodnye resursy* (Geography and natural resources), 2000, no. 3, pp. 45–51.
6. Kulakov V. S. *Entsiklopediya Zabaykaliya. Chitinskaya oblast: v 4-h t.* (Encyclopedia of Transbaikalia. Chita region: in 4 volm.) / main ed. R. F. Geniatulin. Novosibirsk: Science, 2002, part 1, pp. 13–14.
7. Tomskikh A. A. *Mezhgornnye kotloviny Zabaykaliya: geograficheskie aspekty osvoeniya i ohrany okruzhayushchey sredy* (Intermountain hollows of Transbaikalia: geographical aspects of development and environmental protection) / отв. ed. A. T. Naprasnikov. Novosibirsk: Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 2006. 154 p.
8. Shver Ts. A., Zilberstein I. A. *Climate of Chita* (Climate of Chita). Leningrad, 1982, pp. 182–186.
9. Chan L. Y., Lau W. L., Zou S.C., Cao Z.X., Lai S.C. *Atmospheric Environment* (Atmospheric Environment), 2002, vol. 36, pp. 5831–5840.
10. Seinfeld J.H. *Science* (Science), 243, 1989, pp. 745–752.

Коротко об авторе _____ **Briefly about the author**

Щербатюк Андрей Петрович, канд. техн. наук, доцент, Забайкальский государственный университет, г. Чита, Россия. Область научных интересов: геоэкология, география
andrey.shcherbatyuk.63@mail.ru

Andrey Shcherbatyuk, candidate of engineering sciences, associate professor, Transbaikal State University, Chita, Russia.
Sphere of scientific interests: geocology, geography

Образец цитирования _____

Щербатюк А. П. Экологическая оценка качества атмосферного воздуха Сибирского федерального округа на примере Забайкальского края // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 10. С. 38–45. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-10-38-45.

Shcherbatyuk A.P. Environmental assessment of atmospheric air quality in the Siberian federal district on the example of the Transbaikal Region // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 10, pp. 38–45. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-10-38-45.

Дата поступления статьи: 24.10.2017 г.
Дата опубликования статьи: 31.10.2017 г.

