

12. Statisticheskaya informatsiya o chislennosti i sostave rossiyskikh grazhdan, vyiehavshih na rabotu za granitsu pri sodeystvii organizatsiy, imeyuschih litsenzii na etot vid deyatel-nosti za 2015 g. [Statistical information on the number and composition of Russian citizens who left to work abroad with the assistance of the organizations having a license for this activity for 2015] [web resource]. http://limited.guvm.mvd.ru/about/activity/stats/Statistics/Statisticheskaja_informacija_o_chislenno/item/60535/.
13. *Toschenko Zh.T.* Diaspora kak ob'ekt sotsialnoy politiki [Diaspora as an object of social policy] Postsovetskoe prostranstvo: suverenizatsiya i integratsiya. – M., 1997.
14. *Toschenko Zh.T., Chapyikova T.I.* Diaspora kak ob'ekt sotsiologicheskogo issledovaniya [Diaspora as an object of sociological research// Sociological studies] Sotsiologicheskie issledovaniy. – 1996, № 12.
15. Chislennost i migratsiya naseleniya rossiyskoy Federatsii v 2015 godu [The number and migration of population of the Russian Federation in 2015] M.: Federal-naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki, 2016 [web resource]. http://www.gks.ru/bgd/regl/b16_107/Main.htm.
16. Chto hochet Germaniya ot russkikh nemtsev [What awaits Germany from Russian Germans]// Calgary Russian Community. – 4 nov. 2013. – [web resource] <http://zarubegom.com/chto-zhdyot-germaniya-ot-russkikh-nemtsev/>.
17. *Esman M.J.* Diasporas and international relations, Modern Diasporas in international politics, New York, Croom Helm, 1986.
18. *Esman M.J.* Ethnic pluralism an international relations, Canadian review of studies in nationalism, Toronto, 1990, Vol. XVII, № 1-2.
19. International Migration Outlook OECD Paris 2015 [web resource] (http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/social-issues-migration-health/international-migration-outlook-2015_migr_outlook-2015-en#page316).
20. Persons Obtaining Lawful Permanent Resident Status by Region and Country of Birth: Fiscal Years 2004 to 2013. Yearbook of Immigration Statistics 2013 [web resource] www.dhs.gov/sites/default/files/publications/ois_yb_2013_0.pdf.
21. State Immigration Data Profiles, United States, Demographics & Social, Washington, D.C., Migration Policy Institute, 2014 [web resource] <http://www.migrationpolicy.org/data/state-profiles/state/demographics/US>.
22. Statistical Abstract of the United States: 2012. Population, The U.S. Census Bureau, Suitland, 2012 [web resource] <https://www.census.gov/library/publications/2011/compendia/stat-ab/131ed.html>.
23. Yearbook of Immigration Statistics: 2014. Washington, D.C.: U.S. Department of Homeland Security, Office of Immigration Statistics, 2015 [web resource] (<https://www.dhs.gov/yearbook-immigration-statistics-2014-lawful-permanent-residents>).

УДК 528.946+551.504.3.054

Е.А. Божилина¹, А.А. Ильин²

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ КАРТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ДЛЯ КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Резюме. В работе предложено построение комплексной карты загрязнения атмосферного воздуха на примере ключевого участка Красноярского края. Для создания карты

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, Москва, 119991, Россия, доцент, канд. геогр. н.; e-mail: bozilina@mail.ru.

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики, Москва, 119991, Россия, магистр; e-mail: _aleha_92@inbox.ru.

разработана оригинальная методика ограничения зон распространения выбросов в атмосферу от промышленных предприятий вблизи городов на основе климатических данных. Предложенная методика основывается на учете повторяемости направлений и скоростей ветра и продолжительности нахождения загрязняющих веществ в атмосфере.

Использованные способы картографического изображения – количественный фон (выбросы на единицу площади в пределах зон потенциального распространения загрязняющих веществ), локализованные диаграммы (выбросы и индекс загрязнения атмосферы по городам), изолинии (значения потенциала загрязнения атмосферы).

Использование комплексной карты позволяет уточнить влияние переноса загрязняющих веществ на формирование уровня загрязнения в городе наряду с объемами выбросов и значениями потенциала загрязнения атмосферы.

Ключевые слова: *загрязнение атмосферы, зоны выбросов загрязняющих веществ, учет ветрового режима, комплексная карта, ключевой участок Красноярского края.*

Введение. Картографирование распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе является одной из ключевых задач в изучении важных экологических проблем, таких как комплексная оценка загрязнения атмосферного воздуха, региональное экологическое нормирование и других. Для выделения зон промышленных выбросов, распространения выбросов от лесных пожаров в настоящее время разрабатываются отдельные экспериментальные методики [Кирсанов, 2015; Агаин и др., 2007; Соен и др., 2012]. В основном для анализа используются метеорологические данные и проводится оценка за небольшой промежуток времени. Одной из целей исследований загрязнения атмосферы на территории ключевого участка Красноярского края было создание комплексной карты на основе картографирования выбросов и других параметров загрязнения в пределах потенциально возможных зон распространения загрязняющих веществ.

В государственных докладах «О состоянии и об охране окружающей среды в Российской Федерации» за отдельные годы и в различных обобщающих монографиях для оценки выбросов на единицу площади приводятся карты, построенные способом картограмм. Недостатки статистических подходов в картографировании загрязнения атмосферного воздуха сказываются, прежде всего, на неправильности показа средней интенсивности выбросов на единицу площади в пределах всей территории политико-административных единиц.

Нами предлагается создание комплексных карт загрязнения атмосферы, на которых выбросы на единицу площади следует показывать в пределах зон воздействия выбросов промышленных предприятий в атмосферный воздух вокруг городов, а также совместно показывать выбросы, индексы загрязнения и потенциал загрязнения атмосферы.

Рассмотрим вкратце некоторые из предлагаемых нами методов картографирования и выявления зон распространения загрязняющих веществ.

Материал и методы исследований. В качестве ключевого участка выбрана территория промышленного пояса Красноярского края включающего города: Ачинск, Боготол, Богородино, Дивногорск, Енисейск, Железногорск, Заозёрный, Красноярск, Канск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Норильск, Сосновоборск, Ужур, Уяр, Шарыпово, Зеленогорск.

Этот участок отличается большим промышленным освоением, особенно на фоне всей остальной территории Красноярского края, отдельные карты-врезки подготовлены для города Норильск. Также выбранный ключевой участок характеризуется значительными выбросами в атмосферный воздух и высоким уровнем загрязнения атмосферы в отдельных городах.

Для создания комплексной карты были проведены следующие этапы работ:

1. Создание карты зон потенциального распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.
2. Разработка карты выбросов на единицу площади в пределах зон потенциального распространения загрязняющих веществ.
3. Составление карты индексов загрязнения атмосферы по городам.
4. Создание комплексной карты загрязнения атмосферы.

Для создания карты зон потенциального распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе разработана оригинальная методика выделения границ зон распространения выбросов в атмосфере от промышленных предприятий вблизи городов на основе климатических данных. Эта методика основывается на учете направлений и скоростей ветра и продолжительности нахождения загрязняющих веществ в атмосфере.

Для расчетов были использованы данные о сроках нахождения загрязняющих веществ в атмосфере. Разные вещества, выбрасываемые в атмосферу, могут находиться там различное количество времени [Хорват, 1990; Суркова, 2002]. Так молекулы двуокиси серы и азота содержатся в атмосфере от нескольких до десяти суток, их называют сильно изменяющимися, а не разрушающуюся до тысячи лет группу инертных газов называют устойчивыми [Хорват, 1990].

Согласно этим данным соединения серы, в том числе сероводород и оксид серы, а также оксид азота находятся в атмосфере от нескольких до десяти суток, в частности время пребывания серы в атмосфере составляет около 2 суток, а для соединения азота около 8 суток. В основу вычисления была положена информация о нахождении соединений серы в атмосфере как наиболее опасных и приводящих к образованию кислотных дождей. Таким образом, рассчитывался перенос за срок 2 суток нахождения выбросов в атмосфере на основе скорости ветра по соответствующему расстоянию розы ветров, с учетом его повторяемости и масштаба карты.

Границы ареалов зон возможного распространения загрязнения первоначально выделялись отдельно для января и июля. На первом этапе были составлены розы-диаграммы повторяемости ветров в январе-июле для 18 городов на территории ключевого участка. Источником для их составления послужили таблицы повторяемости направлений и скорости ветра, опубликованные в приложении 4 «СНиП 2.01.01-82 Строительная климатология и геофизика». Таблицы рассчитаны по многолетним данным и дают информацию, локализованную по пунктам.

Для каждого направления розы ветров в программном продукте ArcGIS проведено вычисление расстояний переноса с учетом скорости и продолжительности нахождения ингредиентов выброса в атмосфере. Затем была внесена поправка на повторяемость соответствующего направления ветра в процентах. С использованием этих вычислений по всем направлениям были определены крайние точки. Намеченные крайние точки были соединены и образованные кривые линии сглажены в автоматическом режиме, а затем откорректированы вручную. Границы зон возможного распространения загрязнений в январе и июле были отображены на соответствующих рабочих картах. Затем зоны суммировались с тем, чтобы показать максимально возможные ареалы воздействия промышленных выбросов. Такой подход имеет определенную степень условности, кроме того, его нельзя использовать для территорий с муссонным климатом и сильной изменчивостью направлений ветра в течение года, где оценку необходимо делать для отдельных периодов года.

В пределах выделенных ареалов проведены расчеты выбросов на единицу площади. Для количественных оценок привлечены данные по выбросам отдельных предприятий за 2011 год (максимальные значения выбросов) и расчеты площадей ареалов (в среде ArcGIS). Низкие выбросы, в частности от транспортных источников не учитывались. Ареалы возможного загрязнения имеют различную площадь и отличны от территории городского округа, для которого приведена статистика. Тем самым зоны возможного распространения загрязняющих веществ существенно уточняют реальную площадь территории, подвергающейся загрязнению.

Таким образом, разработана первая карта экспериментальной серии с использованием данной методики, на которой выбросы на единицу площади даны способом количественного фона. В шкале количественного фона учтены пороговые значения, характеризующие степень загрязнения атмосферы. На основе карты удалось сделать вывод о том, что выбросы на единицу площади в пределах выбранного ключевого участка сопоставимы с соответствующими значениями на территории России и составляют от 50 до 200 и более тонн на км².

Следующие этапы работы – создание карты выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в абсолютных единицах и карты индексов загрязнения атмосферы по городам. Выбросы даны способом столбчатых локализованных диаграмм, высота которых соот-

ветствует значениям выбросов в тоннах. Построение этих было выполнено с использованием программного продукта ArcGIS. Для их построения использовались данные Госдоклада по Красноярскому краю за 2011 год, отличающиеся достаточно высокими значениями среди проанализированной выборки.

Способом круговых локализованных диаграмм характеризуются индексы загрязнения атмосферы по городам. (ИЗА), где размер диаграммы характеризует абсолютное значение ИЗА, а цвет – уровень загрязнения атмосферы на основе пороговых значений ИЗА, принятых в практике общегосударственной службы контроля состояния атмосферы. Отображены следующие категории:

- ИЗА < 4 – низкий уровень загрязнения;
- ИЗА 5 – 6 – повышенный уровень загрязнения;
- ИЗА 7 – 13 – высокий уровень загрязнения;
- ИЗА > 14 – очень высокий уровень загрязнения.

В качестве необходимого инструмента для картографического анализа загрязнений мы предлагаем составлять комплексные карты загрязнения атмосферы. Такая итоговая карта была разработана нами для ключевого участка Красноярского края на основе всех этапов работ проведенного исследования. В ее содержание включены следующие элементы:

- количественные ареалы выбросов на единицу площади в пределах зон потенциально возможного распространения загрязняющих веществ;
- выбросы и ИЗА по городам;
- потенциал загрязнения атмосферы.

Данные элементы содержания карты отображаются системой способов изображения и графических средств, которые хорошо совмещаются на одной карте.

Выбросы на единицу площади в пределах зон потенциального распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе даны способом количественного фона с использованием значений в тоннах за год на км².

Выбросы и ИЗА по городам показаны единой локализованной диаграммой в виде стилизованного знака выброса из трубы, размер которого соответствует абсолютным значениям выбросов, а цвет – пороговым значениям загрязнения по ИЗА.

В качестве дополнительной характеристики на комплексной карте даны значения потенциала загрязнения атмосферы в изолиниях.

Таким образом, на основе совместного анализа данных о повторяемости направления и скорости ветра, продолжительности нахождения в атмосфере загрязняющих веществ рассчитаны зоны потенциального влияния выбросов промышленных предприятий на ключевом участке, составлена комплексная карта для исследования загрязнения воздуха на ключевом участке Красноярского края. Содержание и методику составления карты можно рекомендовать и для других территорий.

Результаты исследований и их обсуждение. Анализ разработанной нами комплексной карты позволяет делать выводы о влиянии переноса загрязняющих веществ на формирование уровня загрязнения в городе наряду с объемами выбросов и значениями потенциала загрязнения атмосферы. Например, на разработанной нами карте для города Сосновоборск значения выбросов соответствуют городу Назарово, однако ИЗА в первом случае только повышенный, во втором – очень высокий. Это объясняется тем, что граница зоны потенциально возможного распространения загрязняющих веществ находится к северу от города и перенос от города Сосновоборск осуществляется в сторону города Назарово.

Наиболее сильный ареал загрязнения более 200 тонн/км² располагается между городам Дивногорск, Железногорск, Зеленогорск. Помимо расположенных в этих городах объектов промышленности, здесь также наблюдается многократное наложение ареалов зоны возможного распространения загрязнения.

Вблизи города Канск наблюдаются только повышенные значения ИЗА (4,97), при сопоставимых с другими городами значительных выбросах. На город Канск накладывается только ареалы потенциально возможного распространения загрязнения преимущественно от го-

рода Заозёрный, однако Канск располагается ближе к значениям высокого (3,3) уровня потенциала загрязнения атмосферы.

Выводы. Разработана новая по содержанию комплексная карта загрязнения атмосферного воздуха на территорию ключевого участка Красноярского края, для создания которой составлена серия карт из трех специальных карт. Такая карта рекомендована в качестве обязательной для анализа загрязнения атмосферного воздуха по статистическим и климатическим данным.

Сделан вывод о влиянии соотношении различных характеристик выбросов, потенциала загрязнения атмосферы и выделенных зон воздействия выбросов промышленных предприятий на уровень загрязнения в отдельных городах

Разработана методика выделения зон воздействия выбросов промышленных предприятий в атмосферный воздух вокруг городов. Выделение зон проведено с учетом повторяемости направлений и скоростей ветра, продолжительности нахождения веществ в атмосферном воздухе и с учетом масштаба карт.

На основе выделенных зон составлены карты количественных ареалов выбросов на единицу площади, которые показали, что выбросы на единицу площади в пределах выбранного ключевого участка на территории Красноярского края сопоставимы с соответствующими значениями на территории других субъектов в европейской части РФ и составляют, в зависимости от промышленного освоения и транспортной загруженности, от десятков до 200 тонн на км².

Благодарности. Исследование выполнено на кафедре картографии и геоинформатики Географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кирсанов А.А.* Моделирование распространения загрязняющих веществ в атмосфере при лесных пожарах: диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук: 25.00.30. – М., 2015. – 141 с.
2. *Суркова Г.В.* Химия атмосферы: Учебное пособие/ Под ред. Чл. – кор. РАЕН, проф. Ю.К. Васильчука. – М.: Изд-во Моск. Ун.-та, 2002. – 210 с.
3. *Хорват Л.* Кислотный дождь / Перв. с венг. В.В. Крымского; Под ред. Ю.Н. Михайловского. – М.: Стройиздат, 1990. – 80 с.
4. *Arain M.A., Blair R., Finkelstein N., Brook J.R., Sahsuvaroglu T., Beckerman B., Zhang L., Jerrett M.* The use of wind fields in a land use regression model to predict air pollution concentrations for health exposure studies. *Atmos Environ* 2007; Vol. 41. № 16.:3453–3464.
5. *Coen J.L., Cameron M., Michalakes J., Patton E.G., Riggan P.J., Vedinar K.M.* WRF – Fire: coupled weather-wildland fire modeling with the weather research and forecasting model. – *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 2012. № 52. Pp. 16–38.

Е.А. Bozhilina¹, А.А. Ilin²

DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED AIR POLLUTION MAPS ON KEY PLOT OF KRASNOYARSK REGION

Abstract. *The paper suggested the construction of a comprehensive air pollution map as an example of the key area of the Krasnoyarsk Territory. To create a map developed an original technique for limiting emissions spread zones in the atmosphere from industrial plants near the cities on*

¹ M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Moscow, 119991, Russia, assistant professor; e-mail: bozhilina@mail.ru.

² M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Cartography and Geoinformatics, Moscow, 119991, Russia, master academic title; e-mail: _aleha_92@inbox.ru.

the basis of climatic data. The proposed method is based on taking into account the repeatability wind speed and direction and length of time of pollutants in the atmosphere.

The used methods of cartographic representation – quantitative background (emissions per unit area within the zones of the potential spread of contaminants), localized diagrams (emissions and air pollution index for the city), contour lines (the value of air pollution potential).

Using an integrated map allows you to specify the impact of the transfer of pollutants in the formation of the level of pollution in the city, together with the volumes and values of emissions of air pollution potential.

Key words: *air pollution, area of pollution emissions, given the wind conditions, a comprehensive map, the key area of Krasnoyarsk region.*

Acknowledgement. *The study was performed at the Department of Cartography and Geoinformatics of the Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University.*

REFERENCES

1. *Kirsanov A.A. Modelirovanie rasprostraneniya zagryaznyayushhikh veshhestv v atmosfere pri lesnykh pozharakh: dissertatsiya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata geograficheskikh nauk: 25.00.30 [Modelling the spread of pollutants in the atmosphere from forest fires: dissertation for the degree of candidate of geographical sciences 25.00.30]. – M., 2015. – 141 p.*
2. *Surkova G.V. KHimiya atmosfery: Uchebnoe posobie [Atmospheric Chemistry: Textbook] /Pod red. CHI. – kor. RAEN, prof. YU.K. Vasil'chuka. – M.: Izd-vo Mosk. Un.-ta, 2002. – 210 p.*
3. *KHorvat L. Kislotnyj dozhd' [Acid rain] / Perv. s veng. V.V. Krymskogo; Pod red. Yu.N. Mikhajlovskogo. – M.: Strojizdat, 1990. – 80 p.*
4. *Arain M.A., Blair R., Finkelstein N., Brook J.R., Sahsuvaroglu T., Beckerman B., Zhang L., Jerrett M. The use of wind fields in a land use regression model to predict air pollution concentrations for health exposure studies. Atmos Environ 2007; Vol. 41. № 16.:3453–3464.*
5. *Coen J.L., Cameron M., Michalakes J., Patton E.G., Riggan P.J., Vedinar K.M. WRF – Fire: coupled weather-wildland fire modeling with the weather research and forecasting model. – Journal of Applied Meteorology and Climatology, 2012. № 52. Pp. 16–38.*

УДК 551, 553

Т.П. Гордезиани¹, З.Д. Лаошвили², Ц.И. Донадзе³, М.Д. Шарашенидзе⁴, Р.Ш. Толордава⁵

ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ЕПАРХИЙ ГРУЗИИ

Резюме. *Геоинформационная система епархий – картографический ГИС продукт, который включает в свой состав систематизированную и представленную с помощью динамических элементов информацию об изменениях государственных границ Грузии в период 1920-2002 гг. Данные по грузинских епархиям в XVIII веке даны по Вахушти Багратиони. ГИС содержит следующие картографические произведения: Грузинские епархии в Русской православной церкви; Карта единой грузинской православной церкви; Карта грузинских апостольских епархий православной церкви. Система содержит также карты отдельных епархий и базы данных, содержащие следующую информацию: площадь епархий, их границы,*

¹ Тбилисский Гос. Университет им. И. Джавахишвили; e-mail: tengizgordeziani@gmail.com.

² Грузинский Технический Университет; e-mail: laoshvili@yahoo.com.

³ Тбилисский Гос. Университет им. И. Джавахишвили; e-mail: tsetsilia.donadze@tsu.ge.

⁴ Тбилисский Гос. Университет им. И. Джавахишвили; e-mail: manana.sharashenidze@yahoo.com.

⁵ Сухумский Гос. Университет; e-mail: rezo_06@mail.ru.