

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СЛУЧАИ И АНАЛИЗ

Е. И. Котова, к. г. н., с. н. с. лаборатории экологической радиологии
Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики
имени академика Н. П. Лаверова РАН,
г. Архангельск, Россия,
esopp@yandex.ru;

В. Б. Коробов, д. г. н., директор
Северо-западного отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН,
г. Архангельск, Россия,
szoioran@mail.ru;

В. И. Павленко, вице-президент
Международного арктического
научного комитета, д. э. н., профессор,
chairman.arhsc@mail.ru

Проведен анализ данных Росгидромета, находящихся в открытом доступе, о загрязнении природной среды территорий, входящих в Арктическую зону Российской Федерации за 1998—2016 гг. Установлено, что случаи экстремального загрязнения природной среды АЗРФ наблюдаются не часто и в большинстве своем связаны с загрязнением речных вод. Наиболее часто ЭВЗ наблюдается на территории Мурманской области — наиболее освоенного субъекта АЗРФ, и Ямало-Ненецкого АО. В первом случае оно является следствием значительной антропогенной нагрузки. Во втором — определено природными условиями. Случаи ЭВЗ на территории Чукотского АО, МО ГО «Воркута» (Республика Коми) за рассматриваемый период не зарегистрированы. Для атмосферного воздуха случаи ЭВЗ редки. В отличие от случаев ЭВЗ водных объектов, высокое загрязнение атмосферного воздуха практически всегда определено антропогенными факторами.

Based on the analysis of the data of the Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring on the pollution of the natural environment of the territories within the Arctic Zone of the Russian Federation for 1998—2016, the causes of the extremely high pollution have been identified. Low frequency of the extremely high pollution of the macroregion is established.

It has been found that the cases of the extreme environmental pollution in the Russian Arctic Zone are not often observed and are mostly associated with the pollution of river waters. The extremely high pollution is observed mainly in the territory of the Murmansk Region and Yamal-Nenets Autonomous Okrug. In the first case high pollution is a consequence of a significant anthropogenic load. In the second one it is determined by natural conditions. The cases of the extreme pollution in the territory of the Chukotka Autonomous District and the Vorkuta Municipality (the Republic of Komi) during the period under review were not registered.

For the atmospheric air, the cases of extremely high pollution are rare. In contrast to the cases of the extremely high pollution of water bodies, high air pollution is nearly always determined by anthropogenic factors.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации, экстремальное загрязнение, государственный мониторинг загрязнения, атмосферный воздух, поверхностные воды, снежный покров, атмосферные осадки.

Keywords: The Arctic Zone of the Russian Federation, extreme pollution, state monitoring of the pollution, atmospheric air, surface water, snow cover, atmospheric precipitation.

Введение. Для Российской Арктики характерно очаговое распространение импактных территорий и, как правило, четкое их хозяйственное профилирование. За пределами импактных районов и зон на окружающую среду оказывается слабое антропогенное воздействие и здесь в природных комплексах не отмечено каких-либо заметных изменений [1]. При этом в последнее десятилетие деградация природной среды Российской Арктики перерастает локальный масштаб, начинают формироваться импактные районы [2].

К оценке экологической ситуации в Арктике применяются различные подходы, базирующиеся не только на данных наблюдений, но и на применении в расчетах различных индексов и моделей [3—5]. В большинстве своем выводы разных авторов о состоянии природной среды Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) совпадают в главном: экологическая ситуация в Арктике на сегодняшний день не является острой.

В связи с этим особое внимание обращают на себя случаи экстремального загрязнения природной среды, поскольку при крупных авариях масштабы загрязнения могут быть долговременными и региональными [6, 7].

Выделение АЗРФ Указом Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» обусловило необходимость по-новому оценить загрязнение территорий и акваторий, входящих в эту зону, с целью получения статистических характеристик о состоянии и загрязнении окружающей среды региона.

Несмотря на то что государственная система наблюдений (ГСН) не настроена на решение за-

дач регионального мониторинга состояния окружающей среды, поскольку выполняет функции национального мониторинга, это в настоящее время единственный источник многолетних информационно-материалов о состоянии и загрязнении окружающей среды [8].

В соответствии с Положением о государственном мониторинге состояния и загрязнения окружающей среды, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 06.06.2013 № 477, объектами государственного мониторинга являются атмосферный воздух, почвы, поверхностные воды водных объектов (в том числе по гидробиологическим показателям), озоновый слой атмосферы, ионосфера и околосреднее космическое пространство. Однако на практике объектами государственного мониторинга являются атмосферный воздух, поверхностные воды, снежный покров и атмосферные осадки.

На территории АЗРФ сеть наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха очень редка (табл. 1): наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха силами Росгидромета проводятся в 18 населенных пунктах (Мурманск, Апатиты, Кандалакша, Мончегорск, Оленегорск, Никель, Заполярный, Кола) [9]. Сеть пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод Росгидромета в АЗРФ несколько больше и насчитывает 165 пунктов наблюдений.

Перечень веществ для измерения на постах наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха устанавливается на основе сведений о составе и характере выбросов от источников загрязне-

ния в городе и метеорологических условий рассеивания примесей.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши в пунктах наблюдений Росгидромета проводятся комплексно по гидрохимическим (физическим и химическим), гидробиологическим и токсикологическим показателям по определенным видам программ. Выбор вида программы зависит от категории пункта наблюдений.

Важным показателем состояния природной среды в Арктике является состав снежного покрова. Снежный покров в течение холодного периода накапливает выпадающие с атмосферными осадками и переносимые ветром загрязняющие вещества и пыль. Весной все накопленные в снеге вещества попадают на земную поверхность, а в конечном итоге большинство из них в водотоки и водоемы. Определение состава снега в конце зимнего сезона дает возможность оценить общий уровень загрязнения природной среды [10].

Исходные данные. В данной работе были обобщены сведения о случаях экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) за 1998—2016 гг., опубликованные в журналах «Метеорология и гидрология» за 1999—2016 гг. (раздел «О загрязнении окружающей среды и радиационной обстановке на территории России») и размещенные на официальном сайте Росгидромета.

В рамках государственного мониторинга загрязнения окружающей среды в системе Росгидромета помимо предельно допустимых концентраций (ПДК) также существует понятие экстремально высокого загрязнения, критерии которого установлены Порядком подготовки и представления организациями, учреждениями Росгидромета информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды, утвержденным приказом Росгидромета № 156 от 31.10.2000.

Оценка, интерпретация результатов. Всего за 1998—2016 гг. было зафиксировано 1073 случая экстремально высокого загрязнения. Из них 2 случая ЭВЗ атмосферного воздуха, которые были зарегистрированы в ноябре 2001 г. в г. Новодвинск (Архангельская область), когда содержание метилмеркаптана превышало допустимую концентрацию в 54—57 раз.

В марте 2008 г. был зафиксирован случай ЭВЗ, связанный с выпадением атмосферных осадков в виде мокрого снега и дождя, образовавших на снежном покрове ледяную корку от песочного до желто-оранжевого цвета. Причиной окраски осадков стала пыль, перенесенная из полупустынных и степных районов Северо-Западного Казахстана, Волгоградской и Астраханской областей, Калмыкии [11].

Таблица 1
Сеть станций Росгидромета на территории АЗРФ

Субъект РФ	Количество городов, где проводится наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха*	Количество пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод*
Мурманская область	9	48
Архангельская область	3	15
Ненецкий АО	0	5
Республика Коми	1	2
Ямало-Ненецкий АО	1	20
Красноярский край	1	48
Республика Саха (Якутия)	1	12
Чукотский АО	2	15

* Только на территории АЗРФ.

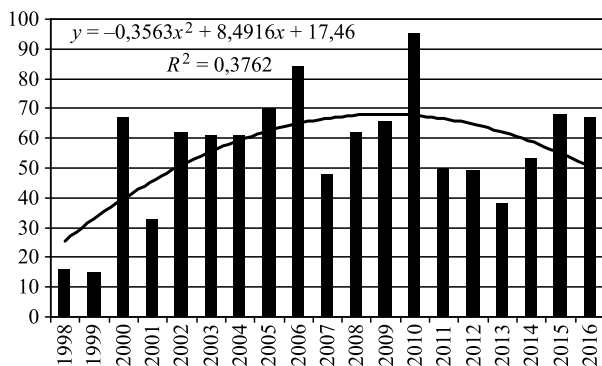


Рис. 1. Динамика числа случаев ЭВЗ окружающей среды на территории АЗРФ

Наибольшую частоту имеют случаи ЭВЗ поверхностных вод. На территории Архангельской области случаи ЭВЗ поверхностных вод лигносульфонатами, ионами ртути, азотом нитритным в бассейне р. Северная Двина, ионами марганца — р. Мезень и р. Онега. В Красноярском крае ЭВЗ ионами меди и нефтепродуктами наблюдалось в пунктах на реках бассейна р. Пясины и р. Енисей, в районе влияния предприятий г. Норильска. На территории Мурманской области случаи ЭВЗ фиксировались в 22 водных объектах по таким показателям, как соединения азота, дитиофосфат, ионы меди, марганца, никеля, ртути, при этом наибольшее число случаев было определено в р. Ньюдай (29 %). В Якутии было определено только ЭВЗ нефтепродуктами в р. Анабар.

В Ненецком АО были определены случаи ЭВЗ соединениями марганца и экстремально низкого содержания кислорода в протоке дельты Печоры Городецкий Шар, связанные с природными факторами.

В Ямало-Ненецком АО 47 % случаев ЭВЗ определено в воде р. Обь и р. Полуи, при этом чаще всего ЭВЗ связано не с антропогенным загрязнением, а определено природными условиями. Например, низкое содержание кислорода вследствие промерзания водотока.

В межгодовой динамике (рис. 1) максимальное количество случаев ЭВЗ было получено в 2010 г. — 95 случаев, после чего наблюдался некоторый спад до 2013 года (38 случаев). С 2014 года количество случаев ЭВЗ начало возрастать. Минимум (15—16 случаев) зарегистрирован в 1998—1999 гг.

За рассматриваемый период наибольшее число случаев ЭВЗ окружающей среды (63 %) наблюдалось на территории Мурманской области — наиболее освоенного субъекта АЗРФ (рис. 2).

В то же время процентное соотношение числа случаев ЭВЗ по субъектам может меняться год от

года. Так, в 2004—2005 гг. наибольшее количество случаев было определено на территории Ямало-Ненецкого АО.

Случаи ЭВЗ на территории Чукотского АО, МО ГО «Воркута» (Республика Коми) за рассматриваемый период не зарегистрированы.

Для атмосферного воздуха случаи ЭВЗ редки и наиболее показательным является распределение количества случаев высокого загрязнения (ВЗ). Под высоким загрязнением (ВЗ) атмосферного воздуха понимается содержание одного или нескольких веществ, превышающее максимальную разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК_{м.р.}) в 10 раз и более.

В отличие от случаев ЭВЗ и ВЗ водных объектов, причинами которых могут быть природные особенности, высокое загрязнение атмосферного воздуха практически всегда определено антропогенными факторами.

Случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха фиксировались (рис. 3) на территории Архангельской области (гг. Архангельск, Новодвинск, Северодвинск), Мурманской области (п. Никель), Красноярского края (г. Норильск) и Ямало-Ненецкого АО (г. Салехард). Максимальное число случаев определено в городах Архангельск и Новодвинск.

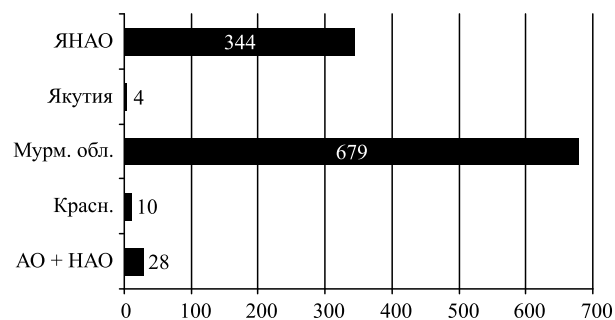


Рис. 2. Общее число случаев ЭВЗ загрязнения окружающей среды за 1998—2016 гг. по субъектам РФ

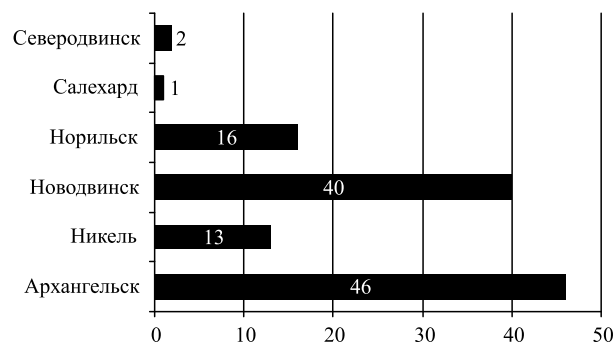


Рис. 3. Случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха

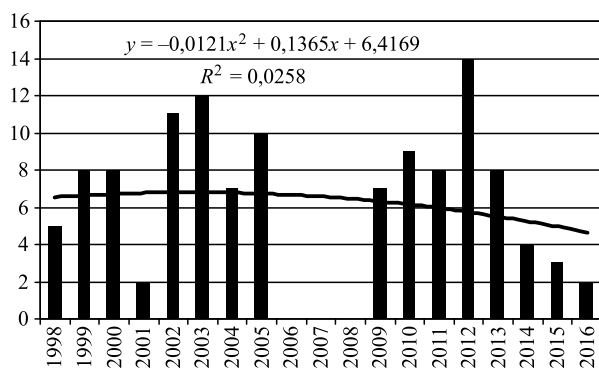


Рис. 4. Динамика числа случаев ВЗ атмосферного воздуха

В межгодовой динамике (рис. 4) по числу случаев ВЗ атмосферного воздуха выделяется 2012 год — 14, в последние годы наблюдается снижение числа случаев высокого загрязнения атмосферного воздуха.

Результаты государственного мониторинга в АЗРФ сложно интерпретировать однозначно. Для этого есть несколько причин.

1. Недостаточная плотность сети наблюдений, в результате чего не все случаи загрязнения могут быть зафиксированы. Из этого факта вытекает еще одна проблема технического характера: сложно подобрать интерполяционные модели для всей территории [12]. Кроме того, в таких моделях практически невозможно учесть локальные особенности территорий и акваторий, влияющие на пространственную изменчивость содержания веществ. Так, состав снежного покрова сильно зависит от условий накопления, которые могут кардинально различаться. Как следствие, наблюдается существенный разброс статистических характеристик и значений концентраций веществ в снежном покрове, который указывает на пространственную и временную неоднородность химического состава снежного покрова, многофакторность процесса его формирования [13].

2. Дискретность наблюдений во времени. В быстро изменяющейся ситуации вследствие быстрого рассеивания примесей в атмосфере и в водных объектах существует вероятность пропуска экстремальных концентраций поллютантов. Особенно это касается атмосферы, от состояния которой сильно зависит дисперсный состав пере-

носимых ею веществ [14]. Отбор проб поверхностных вод в основные гидрологические сезоны не всегда позволяет выявить максимальные залповые концентрации веществ [15].

3. Многие показатели загрязнения не учитываются, в том числе строительный мусор и тара. Не используются, за некоторым исключением, данные ведомственного мониторинга, в частности нефтяных и газовых месторождений, который включает в себя ряд дополнительных показателей [16].

4. Не все критерии строго выполнимы, особенно базирующиеся на визуальных оценках. В первую очередь это касается определения площади загрязнения акваторий.

5. Далеко не всегда возможно идентифицировать источник загрязнения. Иногда для этого приходится проводить трудоемкие расчеты и дорогостоящие анализы, занимающие длительное время, как это было, например, в случае массового выпадения пыли, окрасившей снег на Европейском Севере России в желтый цвет в марте 2008 года [11, 17, 18].

Выводы. Случаи экстремального загрязнения природной среды АЗРФ наблюдаются не часто и в большинстве своем связаны с загрязнением речных вод.

Наиболее часто ЭВЗ наблюдается на территории Мурманской области и Ямало-Ненецкого АО. В первом случае оно является следствием значительной антропогенной нагрузки. Во втором — определено природными условиями.

Последствия данных случаев для окружающей среды в рамках настоящей публикации оценить не представляется возможным, поскольку оценка экологического ущерба вследствие экстремально высокого загрязнения в условиях действующей системы государственного мониторинга проводится только, если они связаны с аварийными ситуациями.

Можно говорить о несовершенстве системы государственного мониторинга. Следует пересмотреть критерии оценки уровня загрязнения и разработать региональные критерии. Схема экологического мониторинга АЗРФ должна быть пересмотрена и разработана с учетом новых требований к ее освоению.

Библиографический список:

1. Евсеев А. Г., Красовская Т. М., Солнцева Н. П., Белоусова А. П., Иванов В. В. Горячие точки Российской Арктики. — М.: ККЗМ, 2000. — 301 с.
2. Никаноров А. М., Иванов В. В., Брызгалов В. А. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия. — Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2007. — 280 с.
3. Антипова А. В. Россия: Эколого-географический анализ территории. — Москва—Смоленск: Маджента, 2011. — 384 с.

4. Кочуров Б. И., Антипова А. В., Костовска С., Лобковский В. А. Районирование территории России по экологической и социально-экономической ситуации // География и природные ресурсы. — 2002. — № 2. — С. 5.
5. Атлас. Окружающая среда и здоровье населения России / Фешбах М., Абросимова Ю. Е., Артюхов В. В. и др. — М.: ПАИМС, 1995. — С. 448.
6. Павленко В. И. Экостандарт для Баренца // Нефть России. — 2012. — № 4. — С. 71.
7. Юдахин Ф. Н., Губайдуллин М. Г., Коробов В. Б. Экологические проблемы освоения нефтяных месторождений севера Тимано-Печорской провинции. — Екатеринбург: Издательство УрО РАН, 2002. — 315 с.
8. Никаноров А. М. Научные основы мониторинга качества вод. — СПб.: Гидрометеоздат, 2005. — 576 с.
9. Ежегодник состояния и загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2015 год. — СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. — 255 с.
10. Котова Е. И. Оценка влияния местных источников загрязнения и дальнего переноса на формирование ионного состава атмосферных осадков и снежного покрова прибрежной зоны западного сектора Арктики: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. — Ростов-на-Дону, 2013. — 23 с.
11. Шевченко В. П., Коробов В. Б., Лисицын А. П., Алешинская А. С., Богданова О. Ю., Горюнова Н. В., Грищенко И. В., Дара О. М., Завернина Н. Н., Куртеева Е. И., Новичкова Е. А., Покровский О. С., Сапожников Ф. В. Первые данные о составе пыли, окрасившей снег на Европейском Севере России в желтый цвет (март 2008 г.) // Доклады Академии Наук. — 2010. — Том 431. — № 5. — С. 675–679.
12. Коновалова Н. В., Коробов В. Б., Васильев Л. Ю. Интерполирование климатических данных при помощи ГИС-технологий // Метеорология и гидрология. — 2006. — № 5. — С. 46–53.
13. Котова Е. И., Коробов В. Б., Шевченко В. П. Особенности формирования ионного состава снежного покрова в прибрежной зоне западного сектора Арктических морей России // Современные проблемы науки и образования. — 2012. — № 6. — Режим доступа: <http://www.science-education.ru/106-7843>.
14. Полькин В. В., Панченко М. В., Грищенко И. В., Коробов В. Б., Лисицын А. П., Шевченко В. П. Исследования дисперсного состава приводного аэрозоля Белого моря в конце летнего сезона 2007 года // Оптика атмосферы и океана. — 2008. — Том 21. — № 10. — С. 836–840.
15. Виноградова А. А., Котова Е. И. Металлы в атмосферных осадках и в водах озер на северо-западе России // Экологическая химия. — 2016. — Т. 25. — № 1. — С. 52–61.
16. Губайдуллин М. Г., Коробов В. Б. Экологический мониторинг нефтегазодобывающих объектов Европейского Севера России: учебное пособие. — Архангельск: ИПЦ Северного (Арктического) федерального университета, 2012. — 236 с.
17. Шевченко В. П. Аэрозоли — влияние на осадконакопление и условия среды в Арктике: диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. — М., 2000. — 213 с.
18. Шевченко В. П., Лисицын А. П., Купцов В. М., Ван-Малдерен Г., Мартэн Ж.-М., Ван-Грикен Р., Хуан В. В. Состав аэрозолей в приводном слое атмосферы над морями западного сектора Российской Арктики // Океанология. — 1999. — № 1. — С. 142–151.

EXTREME POLLUTION IN THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION: CASES AND ANALYSIS

E. I. Kotova, Ph. D. (Geography); N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research; e-mail: ecopp@yandex.ru,

V. B. Korobov, Ph. D. (Geography); Dr. Habil., Director of Northwest office, P. P. Shirshov Institute of Oceanology, e-mail: szoioran@mail.ru,

V. I. Pavlenko, Ph. D. (Economics); Dr. Habil., The International Arctic Science Committee; e-mail: chairman.arhsc@mail.ru

References

1. Evseev A. G., Krasovskaia T. M., Solntseva N. P., Belousova A. P., Ivanov V. V. 2000. Goriachie tochki Rossiiskoi Arktiki [Hot spots of the Russian Arctic]. Moscow, 301 p. [in Russian]
2. Nikanorov A. M., Ivanov V. V., Bryzgalo V. A. 2007. Reki Rossiiskoi Arktiki v sovremennykh usloviakh antropogennogo vozdeistviia [The rivers of the Russian Arctic in modern conditions of anthropogenic impact]. Rostov-na-Donu, 280 p. [in Russian]
3. Antipova A. V. 2011. Rossiia: Ekologo-geograficheskii analiz territorii [Russia: Ecological and geographical analysis of the territory]. Moscow—Smolensk, 384 p. [in Russian]
4. Kochurov B. I., Antipova A. V., Kostovska S., Lobkovskiy V. A. 2002. Rayonirovaniye territorii Rossii po ekologicheskoy i sotsialno-ekonomicheskoy situatsii [Zoning of the territory of Russia by the environmental and socio-economic situation]. *Geografiya i prirodnyye resursy* [Geography and Natural Resources]. Moscow, No. 2. P. 5. [in Russian]
5. Atlas. Okruzhaiushchaya sreda i zdorov'e naseleniia Rossii [Atlas. Environment and health of the population of Russia]. 1995. Moscow, 448 p. [in Russian]
6. Pavlenko V. I. 2012. Ekostandart dlya Barentsa [Eco-standard for the Barents]. *Neft' Rossii* [Oil of Russia]. Moscow, No. 4. [in Russian]
7. Yudakhin F. N., Gubaidullin M. G., Korobov V. B. 2002. Ekologicheskie problemy osvoeniia neftyanykh mestorozhdenii severa Timano-Pechorskoi provintsii [Ecological problems of development of oil deposits in the north of the Timan-Pechora province]. Ekaterinburg, 315 p. [in Russian]

8. Nikanorov A. M. 2005. Nauchnye osnovy monitoringa kachestva vod [Scientific basis of water quality monitoring]. St. Petersburg, 576 p. [in Russian]
9. Ezhegodnik sostoiianiia i zagriazneniia atmosfery v gorodakh na territorii Rossii za 2015 god [Yearbook of the state and pollution of the atmosphere in cities on the territory of Russia for 2015]. 2016. St. Petersburg, 255 p. [in Russian]
10. Kotova E. I. 2013. Otsenka vliianiia mestnykh istochnikov zagriazneniia i dal'nego perenosa na formirovanie ionnogo sostava atmosferykh osadkov i snezhnogo pokrova pribrezhnoi zony zapadnogo sektora Arktiki [Assessment of the impact of local pollution sources and long-range transport on the formation of the ion composition of atmospheric precipitation and snow cover in the coastal zone of the western sector of the Arctic]. *Thesis abstract*. Rostov-na-Donu, 23 p. [in Russian]
11. Shevchenko V. P., Korobov V. B., Lisitsyn A. P., Aleshinskaia A. S., Bogdanova O. Iu., Goriunova N. V., Grishchenko I. V., Dara O. M., Zavermina N. N., Kurteeva E. I., Novichkova E. A., Pokrovskii O. S., Sapozhnikov F. V. 2010. Pervye dannye o sostave pyli, okrasivshei sneg na Evropeiskom Severe Rossii v zheltiy tsvet (mart 2008 g.) [The first data on the composition of dust that dyed snow on the European North of Russia in yellow (March 2008)]. *Doklady Akademii Nauk [Reports of the Academy of Sciences]*. Moscow, Vol. 431, No. 5. P. 675–679. [in Russian]
12. Konovalova N. V., Korobov V. B., Vasil'ev L. Iu. 2006. Interpolirovanie klimaticheskikh dannykh pri pomoshchi GIS-tehnologii [Interpolating climate data using GIS-technologies]. *Meteorologiya i gidrologiya [Meteorology and hydrology]*. Moscow, No. 5. P. 46–53. [in Russian]
13. Kotova E. I., Korobov V. B., Shevchenko V. P. 2012. Osobennosti formirovaniia ionnogo sostava snezhnogo pokrova v pribrezhnoi zone zapadnogo sektora Arkticheskikh morei Rossii [Peculiarities of the formation of the ion composition of the snow cover in the coastal zone of the western seas of Russian Arctic]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniia [Modern problems of science and education]*. Moscow, No. 6, <http://www.science-education.ru/106-7843>. [in Russian]
14. Pol'kin V. V., Panchenko M. V., Grishchenko I. V., Korobov V. B., Lisitsyn A. P., Shevchenko V. P. 2008. Issledovaniya dispersnogo sostava privodnogo aerolya Belogo morya v kontse letnego sezona 2007 goda [Investigations of the dispersed composition of the driving aerosol of the White Sea at the end of the summer season of 2007]. *Optika atmosfery i okeana [Optics of the Atmosphere and the Ocean]*. Moscow, Vol. 21, No. 10. P. 836–840. [in Russian]
15. Vinogradova A. A., Kotova E. I. 2016. Metally v atmosferykh osadkakh i v vodakh ozer na severo-zapade Rossii [Metals in Precipitation and Lake Waters in the North-West of Russia]. *Ekologicheskaya khimiya [Ecological chemistry]*. St. Petersburg, Vol. 25, No. 1. P. 52–61. [in Russian]
16. Gubaidullin M. G., Korobov V. B. 2012. Ekologicheskii monitoring neftegazodobyvaiushchikh ob»ektov Evropeiskogo Severa Rossii [Environmental monitoring of oil and gas production facilities in the European North of Russia]. Arkhangel'sk, 236 p. [in Russian]
17. Shevchenko V. P. 2000. Aeroly — vliyaniye na osadkonakopleniye i usloviya sredy v Arktike [Aerosols — effects on sedimentation and environmental conditions in the Arctic]. *Thesis abstract*. Moscow, 213 p. [in Russian]
18. Shevchenko V. P., Lisitsyn A. P., Kuptsov V. M., Van-Malderen G., Marten Zh.-M., Van-Grieken R., Khuan V. V. 1999. Sostav aerolyei v privodnom sloe atmosfery nad moriami zapadnogo sektora Rossiiskoi Arktiki [Composition of aerosols in the drive layer of the atmosphere over the seas of the western sector of the Russian Arctic]. *Okeanologiya [Oceanology]*. Moscow, No. 1. P. 142–151. [in Russian]