УДК 504.05:631.618

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ НАКОПЛЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ (НА ПРИМЕРЕ ВОСТОКА РОССИИ)

© 2020 г. С. А. Лаухин*

Московский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ),
ул. Миклухо-Маклая, 23, Москва, 117997 Россия

*E-mail: valvolgina@mail.ru

Поступила в редакцию 14.10.2019 г.

После доработки 18.10.2019 г.

Принята к публикации 18.10.2019 г.

Горнопромышленный комплекс Российской Арктики обеспечивает производство 60–96% ряда цветных и благородных металлов, добычу 80% газа и 60% нефти. Добыча полезных ископаемых (недропользование) началось в Российской Арктике в разное время: местами в 1930-е гг., в 1950-е гг., местами – позже. Наиболее активное освоение севера России началось тоже в 1930-е гг. и также было тесно связано с недропользованием. Поэтому есть тенденция относить экологический ущерб, накопленный более чем за 80 лет, за счет недропользования. Показано, что накопленный экологический ущерб (НЭУ) в Российской Арктике относится к недропользованию лишь частично. Основная часть НЭУ приобретена за счет мероприятий обеспечения обороны северных рубежей России, металлургии и другой перерабатывающей промышленности, обслуживания Севморпути и т.п. Показано также, что в разных районах объем НЭУ различный – от катастрофического до острого, и доля НЭУ от недропользования в разных районах разная. Специально обсуждается ситуация с НЭУ на востоке Арктики (к востоку от р. Енисей). Показано, что в районах, где преобладает НЭУ от недропользования, общая экологическая ситуация не превышает острую. Сделан вывод, что сокращение НЭУ в Российской Арктике – дело общенародное.

Ключевые слова: *Российская Арктика, недропользование, накопленный экологический ущерб*

DOI: 10.31857/S0869780920010093

ВВЕДЕНИЕ

Освоение Российской Арктики изначально было тесно связано с поисками и добычей полезных ископаемых, т.е. с недропользованием. Активное недропользование началось в 1930-е годы, главным образом на Кольском п-ве и в Норильске. К концу XX в. в Арктике был создан мощный горнопромышленный комплекс, формировавший 12% ВВП СССР и обеспечивавший около 25% экспорта [14] при менее чем 1% общероссийской численности населения [12]. В начале XXI в. там производилось от 60% до 96% ряда цветных и благородных металлов, извлекалось 80% газа и 60% нефти. Более того, прогнозные ресурсы этого сырья превышали 70% от российского. При этом накапливался экологический ущерб. Поскольку этот накопленный экологический ущерб (НЭУ) был сырьевым, его часто неоправданно относят к НЭУ от недропользования. Однако большая часть его создавалась металлургической, добывающей, обрабатывающей промышленностью, транспортом, не связанным с недропользованием (в т.ч.

Севморпуть), и мн. др. В годы холодной войны в Арктике были созданы 3 рубежа обороны севера России [14]. В СССР охрана недр осуществлялась в разные годы по-разному. С конца 1980-х гг. формирование НЭУ практически не контролировалось. Огромный вклад в НЭУ внесла ликвидация рубежей обороны. С распадом СССР военные покидали Арктику, бросая не только технику, но и базы, заводы по обслуживанию атомного флота, аэродромы. Большой вклад в НЭУ внесла тогда и промышленность, транспорт и т.д. Ко второму десятилетию XXI в. характер НЭУ в Арктике был поделен на 10 районов по остроте экологической ситуации (таблица 1). Тогда же встала проблема выделения НЭУ недропользования из других его источников.

Необходимо отметить слабую разработанность нормативно-правовой базы НЭУ в отношении Арктики. ГОСТ НЭУ [2] разработан в 2010 г. на материалах юга Сибири. Он не мог учесть многие особенности Арктики, крайнюю уязвимость ее природной среды, особенно в тундре, повсемест-

Таблица 1. Объекты НЭУ в импактных районах Арктической зоны России по [14]

Импактный район	Источники воздействия на окружающую среду	Острота экологической ситуации
Кольский	Цветная металлургия, горнодобывающая промышленность, АЭС, ТЭЦ, радиоактивные отходы	Катастрофическая
Архангельский	Целлюлозно-бумажная промышленность, военные объекты, ТЭЦ, радиоактивные отходы	Катастрофическая
Острова Арктической зоны России	Военные объекты, научные станции и посты гидрометеослужбы	Катастрофическая
Новоземельский (наземно-морской)	Военные объекты, затопление ядерных установок и других радиоактивных отходов в Карском море	Кризисная
Тимано-Печорский	Добыча и транспортировка углеводородного сырья	Кризисная
Воркутинский	Горнодобывающая промышленность, ТЭЦ	Кризисная
Норильский	Горнометаллургическая промышленность	Кризисная
Яно-Индигирский	Горнодобывающая промышленность	Острая
Чукотский	Горнодобывающая промышленность	Острая

ное развитие многолетней мерзлоты (ММ) и др. После длительной (1989–2008 гг.) дискуссии, положение южной границы Арктики¹ было проведено, исходя из экономической конъюнктуры того времени, местами, особенно в Западной Сибири, далеко южнее тундры. В результате характер НЭУ сильно различается в разных частях Арктики в зависимости от различий природных процессов [1]. Эти проблемы наименее остро стоят в восточной части Российской Арктики, к востоку от Енисея, которой посвящена статья. Там только в Норильске и отдельных точках побережья Ледовитого океана недропользование началось в 1930-е годы. А для большей части этой территории оно началось в 1950-е годы и позже, что обеспечивает там не столь интенсивное образование НЭУ, и облегчает выделение из общей суммы НЭУ ее часть от недропользования.

ОБСУЖДЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Горно-металлургический комбинат Норильска работает с 1935 г. Сейчас Норильский промышленный район – самый крупный на Земле индустриальный комплекс и один из кризисных (не катастрофических) районов (см. табл. 1). В его окрестностях тундра и лесотундра загублена на площади 7 млн га. В пыли атмосферного воздуха Норильска содержатся: железо 54%, медь 25%, никель 15%, сера 11%, кобальт 0.4%, селен 0.22%, теллур, титан, марганец и т.д. Отметим, что промышленность г. Москвы в начале XXI в. была сопоставима с промышленностью европейского го-

сударства средних размеров, но выбросов в воздух загрязняющих веществ в Москве было почти в 9 раз меньше, чем в Норильске [13].

Через Северный полюс выбросы Норильского горно-металлургического комплекса достигали Канады. Однако эта часть НЭУ относится к металлургии, но не к недропользованию. В Норильском озере близ г. Талнах содержание меди, никеля и кобальта превышало ПДК, соответственно, в 650, 3150 и 640 раз [11]. Проблемой остается выяснение – какую часть заражения поверхностных вод можно (и можно ли?) отнести за счет недропользования, а какую – за счет металлургии. При этом геоэкологическая изученность района остается крайне слабой, геокриологические наблюдения весьма ограниченные. Сбор полевого фактического материала для определения НЭУ сконцентрирован вокруг городов Норильск, Талнах, Кайеркан. На удалении от городов сбор полевого материала носил случайный характер.

Собственно, с недропользованием связаны рудники, отвалы вскрышных работ, хвостохранилища, концентратохранилища. Руды Норильского района имеют промышленное содержание многих полезных ископаемых, но по конъюнктурным соображениям обрабатывались только 2–4 из них, а остальные в виде отвалов “складировались для будущего” [1].

Поэтому не все перечисленное относится к НЭУ, хотя все это продукты недропользования. Важной проблемой остается выделение из этих “продуктов” того, что реально является НЭУ. Большой вклад в НЭУ Норильского района внесло дорожное строительство и содержание дорог, особенно железной дороги и шоссе Норильск–Талнах [7]. А первая железная дорога в Норильском районе была построена еще в 1935 г. Несом-

¹ Указ Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014. “О сухопутных территориях Российской Федерации”. М., 2014. 2 с. <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201405050030.pdf>

менно, к НЭУ Норильского района (но не к недропользованию) относится и восточное окончание дороги Лобьтанги – Норильск, по меньшей мере та ее часть, которая проходит по правому берегу Енисея. Заводы, нефтебазы, жилые районы, склады, водозаборы, ГЭС, ТЭЦ, ЛЭП и т.д. вносят свой вклад в НЭУ Норильского района, и нерешенной проблемой остается выделение НЭУ от недропользования из общего НЭУ, создавшегося в Норильском районе за последние почти 90 лет.

Далее к востоку в Яно-Колымском и Чукотском районах горнодобывающая промышленность сводится в основном к добыче угля, руд и россыпей. Угледобыча там ведется с 1930-х гг., сначала для обслуживания пароходов на Севморпути. Воздействие на природную среду угледобычи связано с выработкой карьеров (накопление отвалов), а также с проходкой шахт, резко изменяющих структуру гидросферы и криосферы. Многолетние откачки подземных вод из шахт и рудников образуют в подземных водах депрессионные воронки. Активизация выщелачивания в них приводит к образованию глубоких провалов. При угледобыче в области развития ММ очень интенсивно образуется угольная пыль. Одной шахтой выбрасываются десятки тонн этой пыли [5]. Угольная пыль, накапливаясь в снежном покрове, приводит к изменению термического режима ММ и к формированию ее неустойчивости. В условиях ММ угледобыча сопровождается не только традиционными для нее горными ударами, взрывами газопылевой смеси, обрушением пластов, но еще и с тем, что испытывавшие морозное выветривание угли становятся очень хрупкими и пылеватыми. Имеются и другие экологические угрозы. Так, на месторождении Сого (71° с.ш.), где ММ имеет мощность 600–650 м, велики (до сотен кубометров в час) дебиты подземных сильно агрессивных вод, формирующих наледи, таяние которых летом создает опасное загрязнение водотоков и подземных вод [6]. Еще одной особенностью угленосных формаций востока Российской Арктики является то, что криологические условия там служат основным фактором сохранения газоносных бассейнов и формирования скоплений газов и залегания газов как в мерзлом углепородном массиве, так и под ММ [4]. Известно [10], что эти угленосные бассейны смещаются вверх по разрезу с приближением к Тихому океану. В этом же направлении увеличивается метаморфизм углей, а мощность ММ уменьшается от 650 м до 50–10 м (уже за пределами Арктики). На углегазоносных площадях мощность ММ меньше. В Ленском бассейне мощность ММ 60–320 м, а в безугольных районах 350–650 м соответственно; в Омолонском бассейне – 140–120 м и 250–350 м, в Лаптевско-Янском – 160–260 и 380–480 м. Низкая теплопроводность и высокая теплоемкость газоносных угольных пластов влияет

на мощность ММ. Угленосные отложения становятся важным газоматеринским комплексом, создающим метаноносность углей в бассейнах с ММ. В районах сплошной ММ она достигает 10–30 м³/т. Перспективы извлекаемых ресурсов метана из углей в зоне сплошной ММ (Ленский, Анюйский бассейны и др.) составляет 3.52 трлн м³. Нефтегазоносные формации подстилают углегазоносные, чередуются с ними и в разрезе, нередко переходят одна в другую по площади [8, 3 и др.]. Здесь, к НЭУ от недропользования, характерного для угле-нефтегазодобычи, прибавляется НЭУ, связанный с нарушением режима ММ и вызванной этим активизацией негативных криогенных процессов, что тоже можно отнести к НЭУ от недропользования. Поскольку к востоку от Верхоянья угле-нефтегазодобыча велась не так интенсивно, как западнее, не будет большой ошибкой весь НЭУ отнести за счет недропользования.

На востоке Российской Арктики горнодобывающая промышленность была ориентирована, главным образом, на золото, олово, а на Чукотке еще и на серебро, вольфрам и др. В Яно-Инди-гирской зоне, в том числе на Куларе, большая часть олово- и золотодобычи заброшена. На Куларе при отработке россыпи одного лишь ручья в год перемещалось около 40 млн м³ грунта. При освоении месторождений происходит изменение мезорельефа, нарушение естественного ландшафта, возникают негативные криогенные процессы [5]. На Чукотке в 1990-е гг. многие рудничные и россыпные предприятия были заброшены без проведения ликвидационных мероприятий, что внесло большой вклад в НЭУ. Так, хвостохранилища шахт и рудников Иультина, добывавших олово, вольфрам, золото, серебро, имеют высокие содержания мышьяка. Там даже содержание единственной в России трансконтинентальной дороги от Тихого до Северного ледовитого океана (Залив Креста–мыс Шмидта) можно целиком отнести за счет недропользования, так как остальное ее использование оказало значительно меньший вклад в НЭУ.

Месторождения угля, вольфрама, олова, золота и др. разрабатываются как шахтами, так и карьерами размером до 0.6 км² и более. Нарушения природной среды происходят, главным образом, во время эксплуатации карьеров, которая длится десятки лет. После отработки месторождения встают проблемы рекультивации отвалов и карьеров. Россыпные месторождения на дне долин отработывают обычно дражным или гидравлическим способом. В отстойниках россыпей содержание цинка, свинца, мышьяка, хрома, марганца и магния больше, чем ПДК, соответственно в 3–6.5, 5, 1.5, десятки и сотни раз. В отвалах и отстойниках образуются несквозные талики, которые являются коллекторами токсичных соединений

ртути и др. [11]. Из техногенных образований особенно опасны отходы в шламо- и хвостохранилищах там, где производство было связано с цианированием. При отработке россыпей в долинах часто образуются обширные “лунные ландшафты”, требующие различных типов рекультивации. Рекультивация относится к НЭУ от недропользования, но эти проблемы здесь не обсуждаются, так как они недавно рассмотрены нами в [1, 9] и в многочисленных публикациях XXI в. других авторов. Отметим только, что рекультивация, особенно в тундре, требует десятилетий, часто многих и огромных затрат, что делает ее вклад в НЭУ от недропользования весьма весомым.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из сказанного выше видно, что, хотя недропользование с самого начала, 80–85 лет назад, и до сих пор является главным из-за чего осваиваются суровые просторы Арктической зоны России, НЭУ, созданный недропользованием, составляет не самую большую долю от общего его объема в Арктической зоне России. Среди катастрофических районов Арктической зоны, только в одном недропользовании играет большую, хотя и не главную, роль (см. табл. 1). В остальных двух районах, где экологическая ситуация катастрофическая, роль недропользования в НЭУ незначительная. Велика роль недропользования в НЭУ остальных районов Арктики, где экологическая ситуация кризисная или острая, т.е. восстановление природной среды пока еще возможно. Однако разделение факторов НЭУ представляет собой большую серию проблем: как отделить НЭУ геологоразведки от НЭУ, образованного за счет недропользования, и всегда ли это возможно, или НЭУ недропользования от НЭУ транспортировки сырья, добытого из недр. Число подобных проблем можно перечислять очень долго.

Как видим, к востоку от Енисея в Арктической зоне только в Норильском районе доля недропользования составляет, возможно, меньше половины общего НЭУ. Остальной объем НЭУ обусловлен как природными, так и техногенными факторами. Мы обратили внимание лишь на один природный фактор — наличие многолетней мерзлоты, но он далеко не единственный. Больше влияние на формирование НЭУ оказывают техногенные факторы: металлургия и первичная обработка сырья, извлеченного из недр (ГОК и т.п.); транспортные факторы, в том числе транспортировка добытого сырья; социальные факторы, обеспечение обороны северных рубежей России и многие другие. При этом разнообразии факторов накопления НЭУ и их относительный вклад в общий НЭУ в сравнении с НЭУ от недропользования в разных частях Российской Арктики разный. Поэтому важна детальная инвентари-

зация всех факторов НЭУ, и существует много проблем в разграничении этих факторов.

Для ликвидации НЭУ, прежде всего, необходимо создание нормативной базы учета НЭУ специально для Арктической зоны России. Тотальное устранение НЭУ в Российской Арктике “все и сразу” экономически нереально. Реальнее поэтапное его устранение. Начинать, видимо, рентабельно с устранения НЭУ в районах наиболее перспективных для добычи сырья, т.е. для недропользования. Нет сомнения в том, что России не следует быть сырьевым придатком других стран, тем более, что добыча в Арктической зоне России значительно затратнее, чем добыча такого же сырья в более южных районах. Однако огромные запасы сырья приурочены именно к Арктике, а исторически за последние 30 лет ситуация сложилась так, что приходится предполагать, что сырьевое направление еще долго будет играть важную роль в экономике России. Поэтому надо искать пути для поддержки недропользования в Арктической зоне России и прежде всего по линии ликвидации НЭУ там, где необходимо развивать недропользование. В целом, недропользование вложило в НЭУ Арктики не самый большой вклад, а отдача от него там для экономики страны реальна. Поэтому сокращение НЭУ в районах перспективных для недропользования — дело общероссийское, и тут необходима поддержка арктического недропользователя, но обсуждение этого вопроса — задача специального исследования.

Работа выполнена по итогам госзадания Минобрнауки № 10.9093.2014.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брюховецкий О.С., Дроздов Д.С., Лаухин С.А., Яшин В.П. О доле недропользования в накопленном экологическом ущербе Арктической зоны Российской Федерации // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2014. № 6. С. 59–63.
2. ГОСТ Р 54003-2010. Экологический менеджмент. Оценка прошлого накопленного в местах дислокации организаций экологического ущерба. М.: Стандартиформ, 2010. 43 с.
3. Гресов А.И. Метаноресурсная база угольных бассейнов Дальнего Востока России и перспективы ее промышленного освоения. Т. II. Угленосные бассейны Республики Саха (Якутия) и Северо-Востока. Владивосток: Дальнаука, 2012. 468 с.
4. Гресов А.И., Обжиров А.И., Яцук А.В. Геоструктурные закономерности распределения мерзлоты в углегазодобывающих бассейнах Северо-Востока России // Криосфера Земли. 2014. Т. XVIII. № 1. С. 3–11.
5. Давиденко Н.М. Актуальные вопросы геоэкологии. М.: ГЕОС, 2003. 426 с.

6. Давиденко Н.М. Проблемы экологии нефтегазовых и горнодобывающих регионов Севера России. Новосибирск: Наука, 1998. 223 с.
7. Исаков В. Основные типы и причины развития деформаций на автомобильных и железных дорогах в Норильском промышленном районе // Тр. X Международн. конф. по мерзлотоведению. Т. 3. Салехард: Печатник, 2012. С. 207–212.
8. Краев Г.Н. Закономерности распространения метана в многолетнемерзлых породах на Северо-Востоке России и прогноз его поступления в атмосферу: автореф. дис. ... канд. географ. наук. М.: МГУ, 2010. 18 с.
9. Лаухин С.А., Дроздов Д.С. Рекультивация ландшафтов некоторых районов Российской Арктики, нарушенных в результате недропользования // Тр. Междунар. конф. “Арктика, Субарктика: мо-
заичность, контрастность, вариативность криосферы”. Тюмень: Эпоха, 2015. С. 202–205.
10. Матвеев А.К. Угленосные провинции СССР // Тр. Лаборатории геологии угля. Т. 7. Л.: АН СССР, 1957. 238 с.
11. Основы геокриологии. Ч. 6. Геокриологический прогноз и экологические проблемы в криолитозоне / Под ред. Л.С. Гарагули, Э.Д. Ершова. М.: МГУ, 2008. 768 с.
12. Павленко В.И. Арктическая зона Российской Федерации в системе обеспечения национальных интересов страны // Арктика: экология и экономика. 2013. № 4 (12). С. 16–25.
13. Потанов А.Д. Экология. М.: Высшая школа, 2004. 528 с.
14. Соколов Ю.И. Арктика: к проблеме накопления экологического ущерба // Арктика: Экология и экономика. 2013. № 2 (10). С. 18–27.

ABOUT SOME PROBLEMS IN THE ACCUMULATED ECOLOGICAL DAMAGE DUE TO THE EXTRACTION OF RAW MATERIALS IN THE RUSSIAN ARCTICS (BY THE EXAMPLE OF THE RUSSIAN EAST)

S. A. Laukhin[#]

Moscow State Geological Prospecting University, ul. Miklukho-Maklay 23, Moscow, 117997 Russia

[#]*E-mail: valvolgina@mail.ru*

The mining and industrial complex of the Russian Arctic provides production of 60–96% non-ferrous and precious metals, mining of 80% gas and 60% oil in Russia. Mining of mineral deposits in the Russian Arctic began in different time: somewhere, in 1930s, somewhere in 1950s, or later. There is a tendency to relate the ecological damage accumulated for more than 80 years with the subsoil use. It is shown that accumulated ecological damage (AED) in Russian Arctic is related to subsoil only partially. The main part of the damage is due to the actions defense supply on the northern boundaries of Russia, metallurgic and other industries, servicing of Northern Marine Way, etc. It is also shown that in different regions the AED volume is different. Situation with AED is especially discussed for the Eastern Arctic (to east from the Yenisei River). It was shown that the general ecological situation is not catastrophic in these regions. The conclusion was made that shortening AED in the Russian Arctic is the common affair of all people.

Keywords: *Russian Arctic, subsoil use, accumulated ecological damage*

REFERENCES

1. Brukhovetskiy, O.S., Drozdov, D.S., Laukhin, S.A., Yashin, V.P. *O dole nedropolzovan'ya v nakoplenom ekologicheskom ushcherbe Arkticheskoi Zony Rossiiskoi Federatsii* [About subsoil use portion in accumulated ecological damage of Russian Federation Arctic Zone]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i Razvedka*, 2014, no. 6, pp. 59–63. (in Russian)
2. GOST P 54003-2010 Ecological management. Evaluation of the past ecological damage accumulated in places of arrangement organizations. General principles. Moscow, Standartinform Publ., 2010, 43 p. (in Russian)
3. Gresov, A.I. *Metanoresurnaya baza ugol'nykh basseinov Dal'nego Vostoka Rossii i perspektivy ee promyshlennogo osvoeniya. Tom II. Uglenosnye basseiny Respubliki Sakha (Yakutiya) i Severo-Vostoka*. [Methane resources of coal basins in the Far East of Russia and their industrial development perspectives. Vol. II. Coal methane basins of Republic of Sakha (Yakutia) and the North-East], Vladivostok, Dalnauka Publ., 2012, 468 p. (in Russian)
4. Gresov, A.I., Obzhairov, A.I., Yatsuk, A.V. *Geostrukturnye zakonomernosti raspredeleniya merzloty v uglegazodobyvayushchikh basseinakh Severo-Vostoka Rossii* [Geostructural regularities of the distributions of permafrost in gas- and coal-bearing basins in the north-east of Russia], *Kriosfera Zemly*, 2014, vol. XVIII, no. 1, pp. 3–11. (in Russian)
5. Davydenko, N.M. *Aktual'nye voprosy geoekologii* [Actual issues of environmental geoscience], Moscow, GEOS Publ., 2003. 426 p. (in Russian)
6. Davydenko, N.M. *Problemy ekologii neftegazonosnykh i gornodobyvayushikh regionov severa Rossii* [Problems of hydrocarbon-bearing and mining regions of the Rus-

- sian North], Novosibirsk, Nauka Publ., 1998, 223 p. (in Russian)
7. Isakov, V. [The main types and causes of deformations on railways and roads in the Norilsk industrial district]. *Trudy 10 Mezhdunarodnoi Konferentsii po merzlotovedeniyu* [Proc. 10th Int. Conf. on permafrost]. Salekhard, Pechatnik Publ., 2012, pp. 133–136. (in Russian)
 8. Kraev, G.N. *Zakonomernosti rasprostraneniya metana v mnogoletnemerzlykh porodakh na Severo-Vostoke Rossii i prognoz ego postupleniya v atmosferu*. [Regularity of methane spreading in permafrost rocks on Russian North-East and prediction of its ingress to the atmosphere]. Extended Abstract of Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation. Moscow, MSU Publ., 2010, 18 p. (in Russian)
 9. Laukhin, S.A., Drozdov, D.S. *Rekul'tivatsiya landshaf-tov nekotorykh raionov Rossiiskoi Arktiki, narushennykh v rezul'tate nedropol'zovaniya* [Recultivation of landscape in some Arctic regions of Russia, which were disturbed as a result of the extraction of raw materials]. *Proc. Int. Conf. "Subarctic: mosaic, contrast, variability of the Cryosphere*. Tyumen, Epokha Publ., 2015, pp. 202–205. (in Russian)
 10. Matveev, A.K. *Uglenosnye provintsii SSSR. Trudy Laboratorii Geologii uglya. Tom 7* [Coal-bearing Provinces of the USSR. Proc. of Laboratory of Coal Geology. Vol. 7], Leningrad, AN SSSR Publ., 1957, 238 p. (in Russian)
 11. *Osnovy geokriologii. Ch. 6. Geokriologicheskii prognoz i ekologicheskie problemy v kriolitozone*. [Fundamentals of Geocryology. Part 6. Geocryological forecast and environmental problems in the permafrost zone]. Garagulya, L.S., Ershov, E.D., Eds., Moscow, MSU Publ., 2008, 768 p. (in Russian)
 12. Pavlenko, V.I. *Arkticheskaya Zona Rossiiskoi Federatsii v sisteme obespecheniya natsional'nykh interesov strany* [Arctic Zone of the Russian Federation in the system ensuring the national interests]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2013, no. 4 (12), pp. 16–25. (in Russian)
 13. Potapov, A.D. *Ekologiya* [Ecology], Moscow, Vysshaya shkola Publ., 2004, 528 p. (in Russian)
 14. Sokolov, Yu.I. *Arktika: k probleme nakopleniya ekologicheskogo ushcherba* [Arctic: about accumulation of ecological damage]. *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2013, no. 2 (10), pp. 18–27. (in Russian)