ОТРАЖЕНИЕ ТЕМЫ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ВОРКУТИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ АТЛАСЕ РОССИИ

О.И. Маркова*

*Московский государственный университет
г. Москва, Россия, solntsevaolga@rambler.ru

REFLECTION OF THE THEME OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE ENVIRONMENT OF THE VORKUTA REGION OF THE KOMI REPUBLIC IN THE RUSSIAN ECOLOGICAL ATLAS

O.I. Markova*

*Moscow State University
Moscow, Russia, solntsevaolga@rambler.ru

Abstract. Pechora coal basin is a second reserve of coal and lignite basins in Russia after Kuznetsk. Vorkuta industrial region (VIR), located north of the Arctic Circle, mastered since 1931. Coal mining closed method is produced in five mines. The depth of mining is 298 m. It is deeper than in the Kuznetsk coal basin. Since 2000, opencast mining is making in the Yunyaginsky mine. Field elaboration for more than 80 years has spawned a number of environmental problems specific to the area of coal mining. There are: the formation of anthropogenic landforms, emissions of the dust, heavy metals, the passing methane in the air, waters and soils, reduction and disappearance of aboriginal species of animals and plants. These problems are compounded by harsh natural conditions of Russian North, by special vulnerability of the environment in the tundra zone (subzone of southern shrub tundra).

The map of Vorkuta industrial region was making for Ecological Atlas of Russia among other maps of impact areas with very poor ecological situation. The map in the scale 1:200 000 was produced with using of space images and literature data. It include: sources of anthropogenic impacts on the environment (coal mines, enrichment factory, sumps, enterprises of other industry branch, populated localities, roads) and different changes in the environment. Anthropogenic forms of relief, a dust content in the air on excess of maximum allowable concentrations, a content of microelements in the air, soils and rock mine dumps, an area of pollution of the cement factory, a polluted piece of the river Vorkuta and a fish productivity of separate pieces of the river Vorkuta are shown on the map by signs and diagrams. Diagrams of the number of species of regional fauna of birds (on natural and changed areas) and diagrams of relation of valuable and weed species of fish on different river pieces were built outside the map.

Keywords: Russian Ecological atlas, ecological mapping, anthropogenic impact on the environment, Vorkuta region of the Komi Republic, coal industry, Pechora coal basin.

Введение. В разрабатываемом на географическом факультете МГУ фундаментальном произведении «Экологический атлас России», имеющем многоцелевое предназначение, особое внимание уделено его социо-природной направленности. Большое значение имеет пропагандистская сторона издания, апеллирующая к экологическим событиям, которые вошли в личный опыт населения страны и получили заметное освещение в СМИ. Многосторонность содержания, тематическая полнота, географическая конкретность и детальность, внутреннее единство, научная обоснованность, современность, высокий научный уровень в сочетании с доступностью изложения и наглядностью являются основными характеристиками Атласа. Картографирование в Атласе реализуется на четырех пространственных уровнях (глобальный, национальный, российский, региональный, локальный). Атлас состоит из шести тематических разделов («Природные условия формирования экологической обстановки»; «Население. Воздействие хозяйственной деятельности на природную среду»; «Природные и техногенные опасности»; «Современная экологическая обстановка»; «Медико-экологическая обстановка»; «Оптимизация природной окружающей среды. Устойчивое развитие территорий»). Четвертый из этих разделов в ряду прочих карт содержит карты экологической обстановки отдельных импактных и экологически неблагополучных регионов [9].

Карты импактных зон разрабатываются преимущественно в средних масштабах на районы интенсивной добычи полезных ископаемых. К такой импактной зоне относится и Воркутинский промышленный район (ВПР) добычи каменного и бурого угля. Эксплуатация его месторождений в течение 80 с лишним лет породила ряд экологических проблем, характерных для территорий добычи угля (образование техногенных форм рельефа, выброс пыли, тяжелых металлов, попутного метана в воздух, воды и почвы, сокращение и исчезновение аборигенных видов растений и животных и др.). Эти проблемы усугубляются суровыми природными условиями Российского Севера, особой ранимостью природной среды в тундровой зоне (подзона южных кустарниковых тундр).

Целью составления карты атласа был показ наиболее серьезных изменений природной среды, которые возможно было отразить картографическим или другим графическим способом. В процессе решались задачи показа источников антропогенного воздействия и изменений отдельных компонентов природной

среды. При создании карты использовались данные литературных источников, Интернета и дистанционного зондирования.

Месторождения Печорского угольного бассейна. Печорский угольный бассейн общей площадью около 90 тыс. км² расположен на западном склоне Полярного Урала и Пай-Хоя, на северо-востоке Республики Коми, в суровых природных условиях Заполярья. Это второй в России по запасам каменного и бурого угля бассейн (после Кузнецкого).

Геологические исследования этих территорий проводились ещё в XIX в. (Т.А.Борноволоков, 1809; А. Деньгин, 1828; А.А.Кейзерлинг, 1843; Э.К.Гофман, 1847). Была попытка добычи угля промышленником М.К.Сидоровым в 1867 г., но она была приостановлена из-за недостатка средств. Изыскания были продолжены с 1920 г. Северной научно-промысловой экспедицией (А.А.Чернов, 1924 г.; Н.Н. Иорданский, 1929–32 гг.; Г.А.Чернов, 1930 г.). С 1931 г. началось освоение Печорского угольного бассейна геологоразведочной частью Ухто-Печорского треста при НКВД (А.В.Волошановский, К.В.Эрдели, И.М.Лямин, В.А.Барабанов, Л.А.Тарханов, М.М.Мальцев). Воркутинское месторождение имело большое значение для советской экономики: его крупномасштабное освоение началось в годы Великой Отечественной войны, когда оно было основным источником обеспечения фронта и тыла энергетическим сырьем в условиях оккупации Донбасса и в последующий период его восстановления.

В январе 1941 г. поселение горняков при месторождении было преобразовано в рабочий посёлок Воркута, который получил статус города 26 ноября 1943 г. Сейчас его муниципальное образование занимает пространство 24,2 тыс. км² (почти 6% территории Республики Коми), что сопоставимо по площади с некоторыми европейскими странами (Словения, Македония). Численность населения МО ГО «Воркута» на 2010 г. составила 110 569 человек. Воркутинский промышленный район (ВПр) включает в себя город с прилегающими поселками [3, 4]. ВПр расположен за Полярным Кругом, между 67-м и 68-м градусами северной широты.

Общие геологические запасы Печорского бассейна в целом исчисляются более чем в 340 млрд. тонн (на территории Республики Коми – 167 млрд т общих и 8 млрд т разведанных запасов). Однако числящиеся на балансе запасы не соответствуют современным экономическим требованиям, создают иллюзию многолетней обеспеченности угледобычи.

Угольная промышленность имеет долю 15% в структуре промышленного производства Республики Коми. Она находится на третьем месте после нефтедобывающей (33%) и целлюлозно-бумажной промышленности (15,6%). В доле промышленного производства Воркуты добыча угля составляет 74%, электроэнергетика – 21% [14].

Основными потребителями печорских углей являются предприятия коксохимии, металлургии и энергетики европейского севера России, Москвы, Череповца, Липецка, Нижнего Тагила, Магнитогорска, Челябинска, Казахстана, Украины. Главный потребитель – Череповецкий металлургический комбинат, входящий в ПАО «Северсталь». Воркутинский уголь поставлялся также в страны Балтии и Западную Европу. Перевозка угля осуществляется по железным дорогам.

После спада в 1990-х–нач. 2000-х гг. сейчас наблюдается стабилизация и постепенное увеличение объемов производства. Отрасль становится более рентабельной благодаря росту производства металлов, увеличению цен на газ и, соответственно, перераспределению топливно-энергетического баланса в пользу угля (соотношение цены газа к цене угля изменится по прогнозам от 0,65:1 в 2002 г. до 1,8:1 в 2020 г.), переходу ряда действующих электростанций России на уголь.

Добыча угля в Воркуте ведется в основном закрытым способом, глубина добычи больше, чем в Кузбассе. Наибольшая глубина разработки на Воркутском месторождении – 1057 м (шахта «Комсомольская»). На крупнейшем угледобывающем предприятии Европейской части России шахте «Воргашорская» глубина добычи – 400 м [2]. Открытым способом разработка производится с 2000 г. только на разрезе Юньягинский (глубина до 150 м). До того времени открытая добыча угля в условиях Заполярья считалась принципиально невозможной, и до сих пор Юньягинский разрез – единственное в мире предприятие, добывающее уголь открытым способом в условиях Крайнего Севера. Несмотря на сложные климатические условия и риски, это одно из самых высокорентабельных предприятий Воркуты [8].

Средняя мощность угольных пластов месторождений – около 1,5 м. В перспективе добыча коксующихся углей будет увеличена в 2–3 раза, а энергетических – в 7–10 раз. Высокая себестоимость добычи из-за характера залегания пластов и условий Заполярья долгое время была основным недостатком воркутинского угля. Современные технологии позволяют значительно сократить и трижды удешевить процесс добычи и переработки угля. Для устойчивого развития угледобывающей отрасли предполагается подготовка и введение в эксплуатацию новых месторождений и объектов (например, Нижнесырьягинского, Усинского, Южно-Сейдинского месторождений) [10, 6,11].

Основные промышленные предприятия, оказывающие существенное воздействие на природную среду. АО «Воркутауголь» является градообразующим предприятием Воркуты. Его деятельность вызвала серьёзные изменения природной среды на больших площадях. Эти изменения затрагивают литогенную основу ландшафта.

В Воркутинском районе в городе, поселках и окрестностях промышленные объекты занимают половину площади Воркутского угольного месторождения. Компания выпускает 11% коксующегося угля России. В 2012 г. объём добычи угля составил 13,03 млн т (в 2014 г. – 11,36 млн т), произведено товарной про-

дукции 8,4 млн т (в 2014 г. – 6,8 млн т), концентрата коксующегося угля 5,3 млн т (в 2014 г. – 4,9 млн т), занято в производстве 8 435 чел. (7 116 чел. – в 2014 г.), инвестировано 7,15 млрд руб. (в 2014 г. – 4,1 млрд руб.). Как говорят данные, основные показатели промышленного производства за последние два года упали на 10–20%. Однако, за первое полугодие 2015 г. наметился рост производства: объем добычи угля составил 7,1 млн т в горной массе (на 47,6% больше, чем в аналогичный период 2014 г.). Пройдено 16,2 тыс погонных метров горных выработок (2,7 тыс м капитальных выработок), что на 4,4 и 97,% больше, чем в первом полугодии 2014 г. На ЦОФ «Печорская» переработано 3,6 млн т угля, выпущено концентрата 1,7 млн т. Общий объем производства концентрата в компании составил 2,68 млн т. Цена на концентрат угля снижена на 18%, на энергетический уголь – на 39%. Во втором полугодии 2015 г. «Воркутауголь» запустит шесть новых лав на всех шахтах, кроме Северной, построит наклонный ствол на шахте «Воргашорская», проведет вторую стадию модернизации обогатительной фабрики «Печорская» [15].

Основное производство составляют пять подземных шахт и один угольный разрез, вспомогательное – обогатительная фабрика, механический завод и транспортное предприятие.

Показатели основных производств указаны в следующей таблице, составленной по материалам сайта АО «Воркутауголь».

Таблица 1

Основные производства ОАО «Воркутауголь»

Производство	Дата основания	Способ добычи	Усовершенствование технологий и организации	Годовой объем добычи угля, млн т
Шахта Воргашорская (крупнейшее угледобывающее предприятие Европейской части России)	4 ноября 1975 г.	Закрытый	Техника и горношахтное оборудование отведущих производителей. Проходческий комплекс «JOY», мега-лава	3,7
Шахта Воркутинская	1973 г.	Закрытый	Организационно-технические мероприятия и решения, наилучшие условия труда	1,8
Шахта Заполярная	30 декабря 1949 г.	Закрытый	Испытание и внедрение новейшей горной техники, комплексная выемка, высокопроизводительные комбайны, высокая производительность труда, строительство подземного наклонного ствола на ЦОФ «Печорская»	0,7
Шахта Комсомольская	30 декабря 1976 г.	Закрытый	Новый блок южного крыла шахты, новая лава, лучшие экономические показатели	2,2
Шахта Северная Обогатительная фабрика	31 декабря 1969 г. Март 1971 г.	Закрытый	Современная коммуникационная система безопасности Flexcom, газопоршневая теплоэлектростанция на попутном метане, бизнес-система «Северстали»	2,4
Разрез Юнъягинский	Июль 2000 г.	Открытый	Повышение эффективности работы и производительности, модернизация карьерной техники, сокращение количества взрывных работ, выбросов газа и пыли, обновление парка техники (самосвалы, экскаваторы, бульдозеры, буровая установка), бизнес-система «Северстали»	0,5

К вспомогательным производствам относится центральная обогатительная фабрика (ЦОФ) «Печорская», заключительное звено производственной цепочки угольных шахт. Фабрика строилась с 1975 г., функционирует с начала 1990-х гг. В 1998–2010 гг. на фабрике в рамках реконструкции внедрено новое оборудование по обезвоживанию концентратов осадительно-фильтрующих центрифугах Decanter и отходов флота-

ции на ленточных фильтр-прессах. В настоящее время реализуется проект по автоматизации производственных процессов. Ежегодно ЦОФ перерабатывает около 7 млн т угля и производит около 4 млн т концентрата.

К компании «Воркутауголь» относится также Воркутинский механический завод – первое в Печорском угольном бассейне металлообрабатывающее предприятие с полным циклом производства, включая чугунное, стальное и цветное литье. Завод обеспечивает угольное производство, занимается ремонтом оборудования шахт и предприятий Воркуты. Это самое крупное механическое предприятие Коми работает с 1945 г. С 2004 г. предприятие работает по 4-м основным направлениям: машиностроение, теплоэнергетическое предприятие, горно-монтажное и пусконаладочное производства.

Ещё одно вспомогательное производство – мощнейшее по количеству техники и объёмам перевозимых грузов Воркутинское транспортное предприятие – включает в себя два крупнейших управления: погрузочно-транспортное и автотранспортного хозяйства. Сеть железных (с 1930-х гг.) и автомобильных дорог (с 1945 г.) обеспечивает связь между шахтами и потребителями, а также обслуживает строительные управления, торговую сеть, станцию Скорой помощи, пассажиров. На предприятии обновлён автопарк, построены крытые боксы, ремонтные зоны и центральные авторемонтные мастерские, повышается квалификация персонала, растёт производительность труда и объёмы перевозок. В 2011 г. на приобретение техники было направлено более 130 млн рублей.

В 2003 г. основным собственником компании «Воркутауголь» стал давний партнёр ПАО «Северсталь» из г. Череповца. На базе существующих воркутинских шахт создан единый комплекс «Воркута» с объёмом инвестиций порядка 40 млрд рублей [15].

Из предприятий, не имеющих отношения к производству угля, но оказывающих серьёзное воздействие на состояние окружающей среды (прежде всего на воздух), относится Воркутинский цементный завод. ООО «Воркутацемент», реорганизованное в 2011 г. в ООО «Цементная северная компания» – единственное предприятие в европейском Заполярье, производящее цемент и минеральную продукцию. Завод был запущен 15 сентября 1950 г. Он расположен в 25 км к северу от города в посёлке Цементнозаводский на левом берегу реки Воркута, в зоне богатых залежей известняка (карьер Правобережный) и глинистых сланцев (карьер Левобережный), находящихся в собственности завода. В 1,5 км к юго-востоку от Правобережного открыты новые запасы известняка, которые оцениваются в 149,5 млн. тонн.

На заводе поэтапно расширялось производство цемента и других строительных материалов (минеральная продукция, сборный железобетон и др.). Спад промышленного производства в России завод в 2002 г. к банкротству, но с февраля 2003 г. производство было восстановлено благодаря воркутинской фирме «Драйвер», которая приобрела производственный комплекс. В Сыктывкаре были приобретены простаивавшие мощности, и с 2004 г. начал работу Воркутинский цементный склад, где хранится россыпью цемент и минеральный порошок, работают два автомата по упаковке цемента в бумажные мешки по 50 кг, автономная система теплоснабжения. Потребителями воркутинского цемента являются в основном предприятия и граждане Республики Коми, в том числе Сыктывкара и Ухты.

За годы существования завод увеличил объём производства цемента в 16 раз, клинкера (промежуточного продукта) – более чем в 17 раз. В настоящее время мощность завода составляет около 450 тыс. т цемента в год.

Еще два предприятия, оказывающие существенное воздействие на состояние окружающей среды – Воркутинские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2. Они вместе с центральной водогрейной котельной (ЦВК) входят в состав филиала «Воркутинская ТЭЦ-2» с численностью персонала около 800 человек.

ТЭЦ-1 находится в г. Воркуте недалеко от Воркутинского механического завода. Она планировалась как энергетическая база для развития Воркутинского угольного бассейна и функционирует с 28 декабря 1942 г. На ТЭЦ установлены генераторы ведущих зарубежных фирм. На ТЭЦ проводилось несколько реконструкций, были введены в действие теплофикационные турбины, цех химической очистки воды, группа сетевых насосов, дополнительный котлоагрегат и др. Ежегодно ТЭЦ-1 вырабатывает около 130 млн кВт·ч электроэнергии.

ТЭЦ-2, находящаяся в пос. Северный, ранее была самым крупным промышленным зданием в Коми Республике высотой 42 м. Она работает с января 1956 г. Для её работы было создано водохранилище на реке Воркуте с железобетонной плотиной длиной 125 м и высотой около 9 м, в которой устроили гидроэлектростанцию с двумя агрегатами. Строительство ТЭЦ-2 закончилось в 1992 г. Она работает на местных углях, полностью обеспечивает нужды города и его промышленных предприятий электроэнергией, теплом и горячей водой. Её установленная электрическая мощность – 270 МВт, тепловая – 429 Гкал/ч.

Антропогенное воздействие производств на природную среду. На территории ВПР наблюдаются серьёзные изменения природной среды, связанные с воздействием угледобывающего производства, транспорта, промышленности строительных материалов и электроэнергетики. Под промышленные объекты изымаются большие площади земельных угодий (до 150 км²). Наблюдаются комплексные нарушения компонентов природной среды: глубокие изменения в геологических слоях, горных породах и поверхностном рельефе; загрязнение воздуха твердыми и газообразными вредными веществами, образующимися при добыче, переработке и сжигании твердого топлива, проветривании шахт; истощение водных ресурсов и нарушение гидрологического режима подземных и поверхностных вод; обеднение флоры и фауны суши и водоёмов;

снижение качества промысловых природных объектов; деградация естественных кормовых угодий; разрушение естественной структуры ландшафтов.

Эти изменения влияют на здоровье людей, многие из которых уезжают из Воркуты по экологическим соображениям. 70% пришлого населения не могут адаптироваться для длительного сохранения здоровья на Севере; условия низких температур и полярной ночи вызывают перенапряжение сердечно-сосудистой системы. У жителей Заполярья на 3–4 года меньше средняя продолжительность жизни, ниже рождаемость, выше младенческая смертность, распространены гиповитаминозы и иммунодефицитные состояния [7]. Техногенный фактор влияет на здоровье населения наряду с социально-экономическим и социально-демографическим.

В первое десятилетие 2000-х смертность населения Воркуты выросла за счёт болезней системы кровообращения (ишемическая болезнь сердца, инфаркты и инсульты – от 36 до 50% смертей), несчастных случаев, отравлений и травм (18%), новообразований (12%). С 2007 г. естественный прирост населения имеет положительный знак; общая заболеваемость населения уменьшается (например, с 2009 по 2010 г. она уменьшилась на 7%) [4].

Воздействие добычи угля на рельеф и грунты. Наиболее глубокие изменения природной среды происходят при разрушении литогенной основы ландшафта. В районах угольных разработок наблюдается формирование техногенного рельефа. Он образуется при выемке пластов угля, складировании горных пород, устройстве хвостохранилищ, шламоотстойников, свалках бытового мусора, планировании земель под строительные объекты и строительство дорог, технической рекультивации земель промышленных и строительных объектов.

На территории ВПР образовались следующие техногенные формы рельефа [3]:

- плоские терриконы пустой породы 5–10 и более м высоты и площадью 8–10 км², площадь которых намного превышает площадь промплощадок, находящиеся на удалённом от них расстоянии, а также разобраные терриконы на ликвидированных шахтах;
- пруды-отстойники, шламохранилища, золоотвалы (не менее 0,4–0,6 км² территорий шахт, а в целом по ВПР – до 5 км²);
- шламонакопители (ТЭЦ, Печорская ЦОФ, бывшая птицефабрика);
- складированные отходы обогащения углей (Печорская ЦОФ – до 3–4 км²);
- насыпи при строительстве дорог и подсыпки под сооружениями в населённых пунктах (до 2 км²).

Безжизненные пустыри с сильно изменившимися тепловыми и водными условиями занимают 13–14 км² территории района. Наиболее сильные изменения происходят на промплощадках шахт.

Нарушения литогенной основы влекут за собой следующие изменения компонентов природной среды:

- проседания грунтов (общей площадью более 100 км²);
- провальные воронки в районе выходов обрабатываемых угольных пластов, где мощность четвертичных отложений менее 10–15 м;
- повышенная заозёрность и заболоченность (например, на шахте Воргашорская);
- изменение поверхностного стока, скопление поверхностных вод;
- изменение распределения по площади снежного покрова;
- изменение температуры и режима влажности почво-грунтов;
- изменение погодных условий;
- образование под участками дорог мерзлых пород;
- изменение земной поверхности при промерзании и протаивании, при проведении поднятия насыпей с целью технического совершенствования.

Пустая порода, вынутая из шахт, используется для строительства дорожных объектов, и внутри таких насыпей, а также терриконов, повышается температура и создаются условия для внутреннего горения породы [3]. Таким образом, техногенные изменения рельефа представляют огромную опасность для окружающей среды. Ликвидация работающей шахты не снижает остроты проблемы, необходимо комплексное изучение техногенно изменённой территории для прогноза изменения неблагоприятных факторов в период закрытия шахты и последующего восстановления природной среды в условиях Заполярья [12].

Шахта «Юнь-Яга» эксплуатировалась с 1953 г. по 2004 г.. За начальный период её эксплуатации наблюдалось увеличение водопритоков, с 1965 по 1971 гг. под влиянием шахтного водоотлива образовались обособленные депрессионные воронки, подземные воды опустились на 30 м ниже уровня русла реки Юньяги; к 1982 г. уровенная поверхность подземных вод опустилась до кровли водоносных горизонтов. Невозможно было применить эффективные мероприятия по борьбе с шахтными водопритоками. В подземных водах воронок повысилось содержание сульфатов, ухудшилось их питьевое качество. За пределами воронок воды остались пригодными для хозяйственно-питьевого водоснабжения. С закрытием шахты «Юньяга» на месторождении остались все техногенные источники загрязнения. С территории закрытой шахты существует перенос загрязняющих веществ на водосборы рек Юньяга и Воркута [12].

Добыча оставшихся запасов угля открытым способом, которая производится на Юньягинском разрезе с 2001 г., полностью изменяет природный облик ландшафта. Изменения природной среды на закрытой шахте остались «в наследство» последующему периоду открытой разработки. Однако нарушения природной

среды в результате открытой разработки имеет локальный характер, признаки экологического неблагополучия природной среды пока ещё не достигли опасного уровня. Наиболее важными природоохранными мерами являются: оптимизация природной системы водоотлива, отработка пластов с заполнением породой отработанного пространства, прекращение в летний период проходки и добычи для минимизации ущерба мерзлоте и составу откачиваемых вод [12].

Воздействие на воздух. При техногенных воздействиях в воздух уменьшается содержание кислорода и увеличивается – углекислого газа и азота, появляются вредные газы и пыль. Индикация загрязнений воздуха производится по снежному покрову на участках с ненарушенным снежным покровом с плотностью 1 проба на микрорайон или от 1 до 10 проб на посёлок, оптимально в последней декаде марта. В городском парке Воркуты имеется один стационарный пост Росгидромета, на котором ежемесячно проводится отбор проб пыли и содержания в ней тяжёлых металлов [3].

Один из основных источников загрязнения воздуха на угольных разработках – горная порода, которую поднимают из шахт. Эта порода активно используется как почти бесплатный строительный материал. В результате в воздух попадает огромное количество тонкодисперсной, содержащей тяжёлые металлы пыли с размером частиц меньше 10 микрон. Эта пыль не задерживается при вдыхании естественными защитными барьерами. Устойчиво присутствуют в воздухе всех посёлков молибден, кадмий, стронций, барий. Сквозными дефицитными элементами являются кобальт, титан, хром, свинец, марганец, цирконий. Переменчиво поведение цинка.

Отвалы шахт, формирование которых осуществляется с нарушением технологии без использования антипирогенных добавок, часто горят. Приостановить горение зачастую невозможно, т.к. оно происходит в глубоких слоях породы. Высокотоксичные продукты горения (SO_2 , SO_3 , H_2S) скапливаются в приземном слое и при соответствующих метеорологических условиях распространяются по жилым массивам.

Наряду с породными отвалами загрязняющее воздействие на воздушный бассейн оказывают шахтные котельные, сушильные установки обогатительных фабрик, аспирационные системы предприятий. В ОАО «Воркутауголь» существует около 200 источников выбросов, которые выбрасывают в атмосферу 260 тыс. т веществ, из них 6 тыс. т – твердых (пыль, зола) веществ, остальные – газообразные [3]. Общий объём выбросов не превышает установленных нормативов.

До 96% выбросов газообразных веществ составляет попутный метан, который поступает в атмосферу через вентиляционные системы шахт и распространяется в верхние слои атмосферы. На этом экологически чистом энергетическом сырье работает часть котлов шахт «Воркутинская», «Северная» и «Заполярная», однако пока метан используется ещё недостаточно.

В населенных пунктах содержание пыли в воздухе превышают предельно допустимые концентрации (ПДК – концентрация, которая не оказывает прямого или косвенного вредного воздействия при кругло-суточном вдыхании). Наиболее сильно загрязняет воздух Воркутинский цементный завод. На его долю приходится 34% валового выброса (пыль и оксиды углерода). В пос. Цементнозаводский ПДК по пыли превышена в 9,3 раза, что является определяющим экологическим фактором риска. Выбросы наблюдаются в радиусе более 15 км. Загрязняется воздух соседних поселков Юршор и Северный. Следы выбросов прослеживаются в юго-западном направлении до пос. Строительный, а в южном – до г. Воркуты [3].

От двух вращающихся печей завода, предназначенных для обжига сырья при производстве цемента, ежегодно происходит выброс диоксида азота в количестве 30 т, оксида азота – около 1400 т, диоксида серы – 290 т, оксида углерода – 105 т, неорганической пыли с содержанием оксида кремния до 20 % – свыше 27 т. Причём, в 2012 г. прокуратурой Воркуты обнаружено отсутствие необходимого по закону разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух у ООО «Цементная Северная Компания» [13].

Энергетические предприятия ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ЦВК являются также весьма заметными источниками загрязнения воздуха, которые выбрасывают наибольшее количество твердых веществ. Из газообразных веществ они выбрасывают двуокись серы, которой образуется особенно много при сжигании высокосернистых углей. На промузле «ТЭЦ-2 – цементный завод» золошлакоотстойники начинают пылить в сухую погоду при скорости ветра 3–3,5 м/с. При этом влияние пылевого облака ощущается на расстоянии не менее 20 км.

С 1993 г. в ВПР поэтапно закрывались и ликвидировались предприятия, и объёмы выбросов снижались с 932 т/г. в 1994 г. до 331 т/г. в 2002 г. В настоящее время объёмы производства растут, но совершенствование производства и установка новых очистных сооружений призваны ограничить выбросы в атмосферу. Эксплуатируемые аспираторные системы, циклоны и прочие системы пылеулавливания обеспечивают только 37–47% очистки выбрасываемых газов [3].

Воздействие на поверхностные воды. Воркутское месторождение находится в среднем течении р. Воркуты, в пределах Воркутинской котловины – мульды, протяжённостью 190 км. Город Воркута находится в центре мульды на самом низком месте, а посёлки и шахты – на периферии мульды. К городу значительный объём воды, особенно зимой, поступает с мелкими притоками, которые не изучаются и не контролируются. Более половины всех стоков поступает в ручьи и реку неочищенными, ни один водоем не отвечает свойствам природного. Потоки загрязнений попадают в Усу и Печору до океана.

Наиболее загрязнённый участок р. Воркуты длиной около 40 км вызывает большую тревогу, т.к. река является рекреационным объектом и частично – источником питьевой воды для старых районов города. Рельеф и рисунок гидросети в районе ВПР близок к горным территориям. Уклон реки на участке 0,00087

(общий уклон от истока до устья 0,00067). Скорость течения увеличивается с 0,2 до 0,6 м/с, подобно горным рекам региона. Отметки уреза воды изменяются от 126 м в районе карьера цементного завода до 100 м месте выпуска очистных сооружений города – 100 м.

Горячее и холодное водоснабжение города осуществляется за счет использования вод рек Воркуты и Усы. Источниками питьевого водоснабжения являются водохранилище на р. Усе, подземные водозаборы и частично водохранилища ТЭЦ. Собственные водозаборы из р. Воркуты имеют ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и цемзавод. Однако система водоснабжения работает в режиме неполной нагрузки, что создает угрозу безопасности города. Длина трубопроводов разводящей сети составляет свыше 500 км, сети поддерживаются минимально.

Водоотведение района складывается из объемов сбросов ТЭЦ, хозяйственно-бытовых стоков и шахтного водоотлива.

Воркутинская ТЭЦ-2 – самый главный потребитель воды. Для охлаждения турбин и гидрозолоудаления используется свыше 150 млн м³/г. или 4,75 м³/с. Зимой в маловодные годы вода после охлаждения турбин возвращается в водохранилище. Летом она сбрасывается в р. Воркуту ниже плотины, при этом происходит тепловое загрязнение водоема. На отопление и горячее водоснабжение города в год передается 9,1 млн м³ воды. С декабря по апрель расход реки в естественных условиях меньше, чем водопотребление.

Загрязнение вод происходит за счет взвешенных частиц и увеличения мутности. В воде увеличивается содержание ионов кальция Ca²⁺, гидрокарбонатов HCO₃⁻, сульфатов, хлоридов. Наиболее загрязненная часть находится на участке шахта Северная – пос. Октябрьский, от ТЭЦ-2 до ТЭЦ-1, куда стекаются все водотоки.

Рост концентрации сульфатов в р. Воркуте вызывает тревогу. Источниками сульфатов являются породы шахтных отвалов, в которых происходят процессы выщелачивания серы из её соединений, образование растворимых солей тяжёлых металлов и их активная миграция. Наибольшая концентрация сульфатов обнаружена в малых водотоках города – 175–710 мг/л; они выносятся в реку на 95% площади водозабора. Сульфаты и хлориды не усваиваются водной биотой. Они могут накапливаться в воде. Минерализация воды в реке в разные годы достигала 352,5–974,0 мг/дм³, при количестве сульфатов до 67,7 мг/дм³, хлоридов до 22 мг/дм³, минерального фосфора до 1,17 мг/дм³, аммонийного азота до 3,02 мг/дм³, нефтепродуктов – до 24 ПДК [4].

В аварийных ситуациях при прорыве дамб отстойники в пос. Цементнозаводский создают угрозу загрязнения реки.

Почво-грунты населенных пунктов являются источником загрязнения рек тяжелыми металлами, концентрация которых в терригенных стоках могут достигать: марганец – 90, медь – 43, цинк – 15, ртуть – 1,2 ПДК. Возможный ежегодный смыв металлов с территории города составит: марганец – 329, барий – 122, цинк – 112, стронций – 50, свинец – 18, медь – 17,2 кг/км² [3].

Кроме р. Воркута, наиболее загрязнены р. Юньяга ниже впадения ручья Безымянного и сам ручей (водоотлив с угольного разреза), ручьи Водный (пометохранилища закрытой птицефабрики) и Шахтный (городские стоки, бывшие фермы). Состояние вод в малых водотоках особенно важно, т.к. загрязнения от них разносятся в реку. Открытая добыча угля усиливает загрязнение вод [4].

Воздействие на подземные воды. По сравнению с поверхностными подземные воды в целом лучше защищены от загрязнения толщей пород, достигающей 40–100 м. Это не относится к надмерзлотным водами и водам таликов в мерзлотных зонах. Подземные воды в перспективе – основной источник водоснабжения города. Они загрязняются в местах складирования шахтных отвалов, где их температура достигает первых десятков градусов, а минерализация – 40 г/л. Вблизи участков складирования пород минерализация подземных вод возрастает в 3–30 раз [4].

Воздействие на почвы. Основными источниками загрязнения почв являются предприятия угледобычи, энергетики, стройиндустрии, транспорта, коммунального хозяйства. На значительных площадях породных отвалов, шламо- и золоотстойников, свалок строительного и бытового мусора происходит засорение или полное перекрытие почв, их механическое загрязнение. В отвалах концентрации элементов резко повышены по сравнению с почвами.

Горелые красно-бурые породы являются продуктами окисления углисто-аргиллитовых компонентов отвалов, содержащих сульфиды железа (пирит – FeS₂). Они загрязняют почвы стронцием, барием, скандием, селеном, фосфором, медью, галлием, никелем и ртутью. На территориях поселков полностью отсутствует природный почвенный покров. Температура почво-грунтов увеличивается в 5–50 раз; площадь загрязнения за счёт горения пород охватывает не менее 100 км² [4].

Отвалы шахты Северной «обогащены» стронцием, цинком и медью, Комсомольской – барием. Воркутинская шахта представляет собой среднее между ними. Воргашорская шахта имеет аномалии меди, цинка, сурьмы, серебра, олова. По сравнению с отвалами шахты Воркутинская содержание этих элементов в некоторых породах выше в 8–10 раз, в горелых в 7–10 раз. На шахте Юнь-Яга есть поля повышенного содержания стронция (1850 кг/км), т.к. горелые породы применяются в качестве подсыпки.

Посёлки представляют собой комплексные техногенные геохимические аномалии стронция, бария, ртути, меди, цинка, селена, молибдена, марганца, хрома, свинца. Уровень загрязнения территории резко снижается сразу за пределами посёлков.

В районе ТЭЦ-2 выделяются зоны загрязненности почв ртутью (в радиусе 500 м – в среднем 0,522 г/т), кадмием (в радиусе 600 м – в среднем 0,340 г/т), в районе цементного завода на расстоянии до 1,6 км – кадмием (в среднем 0,4 г/т), свинцом и цинком (в среднем 15,5 г/т) [4].

Воздействие на растительный мир. Природная растительность тундр разрушена горными вырубками, однако постепенно на старых пустошах происходит восстановление растительного покрова. Растительные сообщества, формирующиеся на техногенных грунтах, выделяются в следующие группы по флористическому составу:

- пионерные группировки с открытой большей частью поверхностью, доминированием разных видов северных сорняков, рудералов, эрозиофилов, характерные для дорог, отвалов и разреза (до 40% арктических и аркто-альпийских видов, в т.ч. краснокнижный вид мак югорский);
- сомкнутые разнотравно-злаковые сообщества лугового типа в придорожных понижениях на карьере и на рекультивированных отвалах с внесением природной почвы;
- комплексные разнотравно-злаково-кустарниковые с 90% трав и ивняками в понижениях между отсыпками карьера.

Карьеры, отвалы и придорожные насыпи зарастают постепенно, от образования примитивных группировок водорослей (нитевидные синезелёные, диатомовые), которые накапливают органические вещества, азот и другие биогенные элементы и закрепляют поверхность, до сомкнутых сообществ. Время образования пионерных группировок цветковых растений – от года до нескольких лет (мак югорский, американская ромашка), сомкнутых луговин – 15 и более лет (щучка дернистая, мятлик луговой, овсяница красная, хвощ полевой, иван-чай узколистный). Плотная дернина препятствует проникновению загрязняющих веществ в почву. Со временем в сообщества внедряются тундровые виды – ива, карликовая берёза, однако процесс этот длительный [4].

Водоросли являются индикаторами качества воды. В чистых водах реки водорослей немного, есть водоросли-индикаторы чистой воды (диатомовые, зеленые и красные водоросли). Индикаторами загрязнений являются диатомовые и нитчатые водоросли. В районе цементного завода развиваются диатомеи, для которых благоприятно поступление веществ цементной пыли (мелозира, амфора, цимбелла и др.). В районе ТЭЦ-2 водоросли обрастают камни в виде толстой бурой пленки (мелозира, фрагилярия, цимбелла). В реке идёт процесс эвтрофикации. Массовое развитие нитчатых водорослей (кладофора и др.) наблюдается у стока теплых вод ТЭЦ-2, возле шахты Воркутинская. Обильно развиты виды-индикаторы загрязнения минеральными солями и органическими веществами (навикула, гомфонема, нитцшия и др.). Наиболее покрыты мощным налетом водорослей камни участка р. Воркуты ниже городских очистных сооружений протяженностью до 10 км. Видовое разнообразие снижается, преобладают мелозиры, навикулы, осциллятории. Отмирание массы водорослей ведет к вторичному загрязнению и снижению кислорода в воде. Много водорослей-индикаторов также в ручьях Шахтный, Безымянный, Водный.

Загрязнение водоёмов снижает количество полезных водных грибов, участвующих в разложении мёртвых организмов. Водные гифомицеты наблюдаются в очень незначительных количествах в р. Воркуте, а на участке ниже сброса шахты Северная, в водоёмах окрестностей пос. Воргашор и в районе цемзавода они вообще отсутствуют или их количество очень мало [4].

Воздействие на животный мир. На загрязнённом участке р. Воркуты общее количество бактерий – 0,8–3,9 млн кл/мл, в чистых контрольных водах р. Усы – 0,4–0,6 млн кл/мл. Таким образом, р. Воркута стала высокотрофным водоёмом, особенно в районах цемзавода и шахт Воркутинская и Северная. Наиболее загрязнённые озера находятся на Воргашоре. Из беспозвоночных водных снижение качества воды характеризуется отсутствием видов-аборигенов и наличием видов-убииквистов (например, коловраток).

Под промышленным воздействием в реке Воркуте изменился породный состав рыб в уловах и рыбопродуктивность в целом [3, 4]. На условия обитания рыб влияют повышение мутности и содержания взвешенных веществ, минерализации, увеличение доли хлоридов, сульфатов, органических веществ и нефтепродуктов. В верхнем течении реки до основных промышленных объектов преобладают ценные промысловые породы рыб. Наибольшую долю в уловах составляет хариус, весьма чувствительный к чистоте воды. По мере загрязнения речных вод возрастает численность сорных видов рыб. Ёрш, голец обыкновенный, голец усатый и язь составляют около 90% от уловов, общая рыбопродуктивность снижается до 10 крат. У ценных пород рыб (сиг, пелядь, хариус) снижается количество возрастных групп, средняя масса, средняя промысловая длина. По степени влияния промышленности на местообитания рыб на р. Воркуте, например, выделяются разные участки. Специалисты сомневаются в возможности восстановления рекреационных и рыбохозяйственных возможностей многих рек Воркутинского района.

Из наземных животных антропогенное воздействие способствует увеличению численности остроумордых лягушек. В тундре губительна браконьерская охота на диких зверей, прежде всего лис, песцов, росомх, волков. С человеком соседствуют лишь горностаи и ласка, однако их численность довольно низка. Крайне малочисленны заяц-беляк и ондатра. Численность леммингов и полевок меняется по годам. Со времен строительства железной дороги в тундру привезены серая крыса и домовая мышь, которые закрепилась в городе, агрессивны и не терпят аборигенов.

В южных кустарниковых тундрах ВПР обитает 101 вид птиц (в ненарушенных ландшафтах – 94, пригородах – 69, на городской территории – 45 видов). В пригородной фауне воробьиные составляют 50%, в городской – 66%. Наиболее ранимы крупные хищные птицы (беркут, орлан-белохвост, кречет), гусеобраз-

ные (лебедь-кликун, малый лебедь, пискулька и др., кулики (золотистая ржанка, тулес, малый веретенник). Малочисленны в пригородах и отсутствуют в городе дербник, зимняк, белая куропатка, болотная сова, например. В региональной фауне отсутствуют воробьи, голуби, сороки, живущие в городе [4].

Охрана окружающей среды на предприятиях ВПР. Воркутинский промышленный район является колоссальным источником загрязнения всего арктического ландшафта воздушным и водным переносом.

В доперестроечные годы г. Воркута одним из первых городов России начал решать экологические вопросы. Очистные сооружения с полной биологической очисткой работали в пос. Заполярный, Северный и Воргашор, в городе. Применялись минерализаторы, метантенки, аэротенки, фильтровые пластины, трубчатые разводки, осветлители-перегиватели (впервые на Севере). Высокая степень очистки наблюдалась по всем показателям (биологическое потребление кислорода, растворенный кислород, нитраты, взвешенные вещества, биоценоз активного ила) [4].

Объединение «Северсталь» и предприятия «Воркутауголь» уделяют большое внимание состоянию окружающей среды и выступают за формирование экологически ответственного бизнеса. Они стремятся предупреждать загрязнение окружающей среды, участвовать в решении проблемы снижения выбросов парниковых газов; экономно и рационально использовать энергию и природные ресурсы; эффективно управлять образующимися отходами.

Предприятия осуществляют следующие экологические мероприятия:

- внедрение системы экологического менеджмента;
- участие в ежегодной республиканской добровольческой экологической акции «Речная лента» по очистке берегов рек, водоемов и прилегающих территорий (более 200 сотрудников; второе место среди предприятий региона в 2011 г.);
- ежегодная разработка программ проведения производственного экологического контроля;
- сокращение объемов выбросов шахтного метана и загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты, что является одним из ключевых элементов социальной политики;
- строительство уникальной газо-поршневой теплоэлектростанции, работающей на шахтном метане;
- повторное использование шахтных вод в технологических целях на обогатительных фабриках компании, в том числе ЦОФ «Печорская»;
- модернизация системы очистных сооружений шахты Воргашорская;
- реконструкция системы теплоснабжения ЦОФ «Печорской» и шахты «Заполярная»;
- мониторинг за состоянием окружающей среды в зоне влияния породных отвалов, в том числе проведение теплового контроля горных пород, замер качества воздуха.

АО «Воркутауголь» получило сертификат «Экологический стандарт» на I-м Всероссийском Конкурсе «Экологическая опора России» в 2007 г., а ПАО «Северсталь» стало победителем конкурса Российского союза промышленников и предпринимателей в номинации «Социальная ответственность»: «За экологически ответственный бизнес» (2012 г.). Финансовые вложения в природоохранные меры составили в 2012 г. 22 миллиона рублей.

В 2014 г. АО «Воркутауголь» было признано победителем конкурса «Лидер природоохранной деятельности России». Предприятие проводит политику экологически ответственного бизнеса, принимает меры для сокращения объемов выбросов шахтного метана и загрязняющих веществ в атмосферу, почву и водные объекты [15].

Для дальнейшей успешной охраны окружающей среды и создания благоприятных экологических условий необходимо:

- ограничить использование пород шахтных отвалов при строительстве и обустройстве территорий;
- улучшить планировку города Воркуты, которая изначально учитывала только удобство добычи угля вне зависимости от удобства жизни людей;
- продолжать рекультивационные работы с внесением природной почвы, содержащей семена растений для заселения старых отвалов;
- поддерживать парки и другие природные территории в городе и посёлках, в т.ч. подкармливать гнездящихся там птиц.

Отражение темы антропогенного воздействия на природную среду Воркутинского промышленного района в Экологическом атласе России. Для составления карты Атласа был выбран участок в среднем течении реки Воркуты, который охватывает сам город, основные производства и прочие крупные промышленные предприятия, составляющие импактную зону.

Для отражения антропогенных воздействий на природную среду ВПР был выбран средний масштаб. Для подготовки основы использовалась топографическая карта масштаба 1:200 000 [1]. В процессе переработки составленной карты для публикации атласа фирмой «Феория» масштаб был увеличен до 1:170 000 с целью улучшения читаемости карты.

При создании карты использовались материалы космической съёмки Google и библиографические данные (включая Интернет-источники).

Рис. 1. Карта воздействия промышленности на природную среду Воркутинского промышленного района. Масштаб 1:170 000 (в Атласе – 1:170 000)

Прежде всего, на карте необходимо было показать источники антропогенных воздействий на природную среду. К основным из них относятся: пять действующих шахт угледобычи, один открытый разрез, Печорская Центральная обогатительная фабрика, цементный завод, ТЭЦ. Небольшое воздействие оказывает Воркутинский механический завод. Промышленные сооружения, склады горюче-смазочных материалов и отстойники являются источниками, сопутствующими основным производствам. Основные источники показаны художественными знаками, обладающими высокой наглядностью.

Горнодобывающая промышленность из-за перемещения огромных масс грунтов вызывает образование антропогенного рельефа на больших площадях. Закрытая добыча не образует огромных ран на поверхности Земли, однако нарушения подземных слоев могут быть колоссальными (образования пустот, перемещение масс грунта, изменение обводненности и проч).

В ряду антропогенного рельефа на карте показаны терриконы, которые образуются при складировании пустой, отработанной породы, и часто занимают большую площадь, имея весьма неприглядный вид. Угольные карьеры, которые могут достигать глубины 150 м, вызывают серьезные изменения земной поверхности, полное уничтожение растительно-почвенного покрова. Кроме того, к антропогенному рельефу относятся карьеры строительных материалов, которые есть в любом промышленном регионе, и дорожные насыпи, особенно опасные в Воркутинском районе тем, что для них используются отвальные породы с высокой температурой и минерализацией, в которых часто возникают процессы внутреннего горения [3, 4].

Составленная карта показывает и другие изменения природной среды – сооружения, влияющие на сток и качество воды в реках, наиболее загрязненный участок реки Воркуты и, соответственно, изменение рыбопродуктивности на разных участках реки, параметры загрязнения воздуха, почв и пород шахтных отвалов пылью (содержание пыли по превышению ПДК) и микроэлементами. Довольно большую зону загрязнения, отраженную на карте с учетом розы ветров, имеет цементный завод. На карту были нанесены те данные, которых было достаточно для проведения пространственного анализа.

Содержание микроэлементов показано диаграммами с привязкой к источникам загрязнения. Особую тревогу вызывает повышенное содержание в воздухе и почвах стронция, меди и свинца. Наиболее загрязнены территории вокруг шахт Воркутинская, Северная и Комсомольская, а также цементного завода.

Из общегеографической нагрузки на карте показаны населенные пункты городского и сельского типа (в том числе находящиеся в водоохранных зонах реки Воркуты) и различные дороги, которые также влияют на состояние окружающей среды.

Рис. 2. Легенда карты

Антропогенные изменения природной среды происходят всегда в определенных природных условиях, поэтому фоном карты была сделана облегчённая ландшафтная нагрузка, показывающая растительный состав тундр, которые в данном районе могут быть ерниковыми или моховыми с разным составом (от состава растительности зависят проявления загрязнений в окружающей среде и возможности самовосстановления ландшафта). Определённую долю в районе занимают и сфагновые болота; впрочем, их практически нет в непосредственной близости от мест угледобычи.

Для сохранения читаемости карты не вся наглядная информация была размещена непосредственно на её поле. Отдельно от карты были построены диаграммы количества видов региональной фауны птиц и соотношения видов рыб в уловах на участках реки Воркуты, подвергающихся антропогенной нагрузке различной степени. Диаграммы наглядно показывают изменения фаунистического состава не в лучшую сторону в связи с антропогенным воздействием на природную среду.

Количество видов региональной фауны птиц

I — южные кустарниковые тундры Воркутинского района в целом
 II — ненарушенные ландшафты близ Воркуты
 III — пригороды Воркуты
 IV — городская территория Воркуты

Соотношение видов рыб в уловах на участках р. Воркуты, %

Рис. 3. Диаграммы, иллюстрирующие антропогенное воздействие на птиц и рыб Воркутинского промышленного района

Кроме того, на карте показаны территории, на которые приведены в иллюстрациях фрагменты космических снимков. Эти фрагменты приведены в Атласе как примеры территорий типичных нарушений природной среды при угледобыче в условиях Заполярья.

Полученная карта – пример карты одной из импактных зон Российского Севера, на которой в комплексном виде была отражена вся доступная информация о нарушениях природной среды. Методика составления карты позволяет распространить ее на другие регионы. Карта составлена максимально наглядно с использованием разных способов изображения, позволяет провести пространственный анализ антропогенного воздействия на природную среду. Карта дополнена другими информативными изображениями, которые размещены за её полями. Это создаёт достоверный образ северной территории, подвергающейся интенсивному воздействию горнодобывающей промышленности.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 11-05-00647-а «Экологический каркас в современной структуре природопользования Севера России»).

Рис. 4. Космические снимки Google с увеличенными фрагментами на участки закрытой и открытой добычи угля

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК REFERENCES

1. Автодорожные атласы России. Республика Коми. – Санкт-Петербург, ФГУП «Аэрогеодезия», – 2006. – 80 С.
Avtodorozhnye atlasy Rossii. RespublikaKomi [RoadatlasesofRussia. Komi Republic]. – Sankt-Peterburg, FGUP «Ajerogeodezija», – 2006. – 80 p. (In Russian).
2. Боровинских А.П., Тарбаев М.Б., Попов М.Я., Сегаль А.З., Шипунов А.П. Состояние и проблемы освоения сырьевой базы угля и горючих сланцев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – № 4, – 2008. – URL: <http://www.vipstd.ru/gim/content/view/709/197/>.
- Borovinskih A.P., Tarbaev M.B., Popov M.Ja., Segal' A.Z., Shipunov A.P. Sostojanie i problemy osvoeni-jasyr'evoj bazy ugli i gorjuchih slancev // Mineral'ny resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie [State and problems of developing of the resource base of coal and oil shale // Mineral resources of Russia. Economy and management]. – № 4, – 2008. – URL: <http://www.vipstd.ru/gim/content/view/709/197/> (in Russian).
3. Воркута – город на угле, город в Арктике: Научно-популярное издание / Под общей редакцией д.б.н. М.В.Гецен. – Сыктывкар, – 2004. – 352 С.
Vorkuta – gorod na ugle, gorod v Arktike: Nauchno-popularnoye izdaniye / Pod obshhej redakciej d.b.n. M.V.Gecen. [Vorkuta – a town on a coal, a town in the Arctic: Popular science publication / Edited by d.b.s. M.V. Get-sen]. – Syktyvkar, – 2004. – 352 p. (in Russian).
4. Воркута – город на угле, город в Арктике. Второе дополненное и переработанное научно-популярное издание / Отв. редактор – составитель д.б.н. М.В.Гецен. – Сыктывкар, 2011. – 512 С.

Vorkuta – gorod na ugle, gorod v Arktike: Vtoroe dopolnennoe i pererabotannoe nauchno-populjarnoe izdanie / Otv. redaktor – sostavitel' d.b.n. M.V.Gecen [Vorkuta – a town on a coal, a town in the Arctic. Second amended and revised popular science publication / Executive Editor d.b.s. M.V. Getsen]. – Syktyvkar, – 2011. – 512 p. (in Russian).

5. Воркутинский цементный завод. ООО «Цементная Северная Компания» // Независимый строительный портал. – URL: <http://www.nsp.su> (дата обращения 11.09.2015).

Vorkutinskij cementnyj zavod. ООО «Cementnaja Severnaja Kompanija» // Nezavisimyj stroitel'nyj portal [Vorkuta cement factory. LLC "North Cement Company" // Independent building portal.] – URL: <http://www.nsp.su> (reference 11.09.2015) (in Russian).

6. Герасимов Н.Н. Республика Коми. Ресурсно-сырьевой потенциал // Промышленные регионы России. – URL: <http://www.promreg.ru/> (дата обращения 18.09. 2013).

Gerasimov N.N. Respublika Komi. Resursno-syr'evoj potencial // Promyshlennye regiony Rossii [Komi Republic. Potential of resource and raw materials // Industrial regions of Russia]. – URL: <http://www.promreg.ru/> (reference 18.09. 2013) (in Russian).

7. Душкова Д.О., Евсеев А.В. Экология и здоровье человека: региональные исследования на Европейском Севере России. – М., – 2011. – 192 С.

Dushkova D.O., Evseev A.V. Jekologija i zdorov'e cheloveka: regional'nye issledovanija na Evropejskom Severe Rossii [Environment and Human Health: regional studies in the European North of Russia]. – Moscow, – 2011. – 192 p. (in Russian).

8. Каплан А.В., Лейдерман Л.П., Пикалов В.А., Вовк А.И. Развитие добычи коксующихся углей открытым способом в условиях Заполярья // Геотехнология. Научно-технический центр. – 2014. – URL: <http://www.ustup.ru/research/articles/research-47/>.

Kaplan A.V., Lejderman L.P., Pikalov V.A., Vovk A.I. Razvitie dobychi koksujushhihsja uglej otkryтым способом v uslovijah Zapoljar'ja // Geotehnologija. Nauchno-tehnicheskij centr [Development of coking coal open-pit in Arctic conditions // Geotechnology. Scientific and technical center]. – 2014. – URL: <http://www.ustup.ru/research/articles/research-47/> (in Russian).

9. Касимов Н.С., Котова Т.В., Тикунов В.С. Экологический атлас России: новый проект // Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт/Материалы Междун. науч. конференции. Белокуриха-Денпасар, 14–19 декабря 2011. – Барнаул, ИВЭП, – 2011. – С. 272–277.

Kasimov N.S., Kotova T.V., Tikunov V.S. Jekologicheskij atlas Rossii: novyj projekt // Ustojchivoerazvitieteritorij: teorija GISiprakticheskij opyt/Materialy Mezhdun. nauch. konferencii. Belokuriha-Denpasar, 14–19 dekabrja 2011 [Environmental Atlas of Russia: new project // Sustainable development of territories: GIS theory and practice. Belokuriha-Denpasar, 14–19 december 2011. – Barnaul, IVEP, – 2011. – pp. 272–277 (in Russian).

10. О проблемах и перспективах угольной отрасли // Око Воркуты. Еженедельное издание. 31.05.2013. URL: <http://okovorkuty.ru/>.

O problemah i perspektivah ugol'noj otrasli // Oko Vorkuty. Ezhenedel'noe izdanie. [About problems and perspectives of the coal industry // Eye of Vorkuta. Weekly publication]. 31.05.2013. URL: <http://okovorkuty.ru/> (in Russian).

11. Печорский угольный бассейн. Воркутинская ТЭЦ-1. Воркутинская ТЭЦ-2 // Википедия. Свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org> (дата обращения 11.09.2015).

Pechorskij ugol'nyj bassejn. Vorkutinskaja TJeC-1 // Vikipedija. Svobodnaja jenciklopedija [Pechora coal basin. TEP-1 of Vorkuta // Wikipedia. The free encyclopedia]. URL: <http://ru.wikipedia.org>. (reference 11.09.2015) (in Russian, in English).

12. Природная среда тундры в условиях открытой разработки угля (на примере Юньягинского месторождения) / под общей редакцией д.б.н. М.В.Гецен. – Сыктывкар, 2–005. – 246 с.

Prirodnaja sreda tundry v uslovijah otkrytoj razrabotki uglja (na primere Jun'jaginskogo mestorozhdenija) / pod obshhej redakciej d.b.n. M.V.Gecen [The natural environment of the tundra in conditions of the open coal mining / Executive Editor d.b.s. M.V. Getsen]. – Syktyvkar, – 2005. – 246 p. (in Russian).

13. Прокуратура подтвердила факты выбросов загрязняющих веществ на цементном заводе в Воркуте // Сайт информационного агентства БНК. 02.10.2012. URL: <http://www.bnkomi.ru>.

Prokuratura podtverdila fakty vybrosov zagraznjajushhih veshhestv na cementnom zavode v Vorkute // Sajt informacionnogo agentstva BNK [Prosecutor's office confirmed facts of emissions of Vorkuta cement factory // The site of the news agency BNK]. 02.10.2012. URL: <http://www.bnkomi.ru> (in Russian).

14. Промышленность Воркуты // Город Воркута. 20.03.2013. URL: www.vorcuta.ru.

Promyshlennost' Vorkuty // Gorod Vorkuta [Vorkuta's industry // Vokruta city]. 20.03.2013. URL: www.vorcuta.ru. (In Russian).

15. Северсталь. АО «Воркутауголь». О компании. URL: <http://www.vorcutaugol.severstal.com> (даты обращения 10.10.2013, 11.09.2015).

Severstal'. АО «Vorkutaugol'». O kompanii [Severstal. JSC «Vorkutaugol». About company]. URL: <http://www.vorcutaugol.severstal.com> (reference 10.10.2013, 11.09.2015, in Russian).