

УДК 551.4 (571.5)

ТЕХНОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПОЧВЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРИ

Белозерцева И.А., Лопатина Д.Н.

ФГБУН «Институт географии им. В.Б. Сочавы» СО РАН, Иркутск, e-mail: belozia@mail.ru

Сосредоточение крупных экологически опасных промышленных производств в Сибири, отсутствие эффективного очистного оборудования и комплекс неблагоприятных метеорологических факторов привели к тому, что на ее территории возникли районы с неблагоприятной экологической обстановкой. В работе дан обзор научной литературы по загрязнению почв урбанизированных территорий Сибири. Дана характеристика основных источников и приоритетных загрязнителей почв, расположенных вблизи промышленных городов Сибири (Иркутск, Ангарск, Шелехов, Усолье-Сибирское, Улан-Удэ, Селенгинск, Гусиноозерск, Северобайкальск, Нижнеангарск, Красноярск, Тайшет, Братск, Саянск, Кемерово, Норильск, Новосибирск, Новокузнецк, Тюмень, Барнаул, Бийск и др.). Основные загрязнители почв городов – Pb, Zn, Ni, Mn, Ba, As, Hg, Mo, Cr, Sr, V, Ni, Cr, Co, Cu, F, Al, Li, Be, Ag, Ti, Cd, Se, Sn, Tl, Bi, Na, K, S, Cl, нефтепродукты и их высокотоксичные производные. Самые крупные источники загрязнения почв – предприятия черной и цветной металлургии, химической, нефтехимической, топливной, деревообрабатывающей, металлообрабатывающей, строительной промышленности, теплоэнергетики, производства стройматериалов, деревообработки, машиностроения, автомобильный и железнодорожный транспорт. Приводятся некоторые данные исследований авторов техногенного воздействия на почвы вблизи алюминиевого производства.

Ключевые слова: урбанизированные территории Сибири, техногенез, загрязнение почв

TECHNOGENIC IMPACT ON SOILS OF THE URBANIZED TERRITORIES OF SIBERIA

Belozertseva I.A., Lopatina D.N.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: belozia@mail.ru

Concentration of large ecologically dangerous industrial productions in Siberia, lack of the effective clearing equipment and a complex of adverse meteorological factors led to that in its territory there were areas with an unsuccessful ecological situation. There is a scientific literature review about pollution of soils on the urbanized territories of Siberia in this article. There is a characteristic of the main sources and major pollutants of the soils, which locate close to industrial Siberian cities (Irkutsk, Angarsk, Shelekhov, Usolye-Sibirskoye, Ulan-Ude, Selenginsk, Gusinoozersk, Severobaykalsk, Nizhneangarsk, Krasnoyarsk, Taishet, Bratsk, Sayansk, Kemerovo, Novokuznetsk, Norilsk, Novosibirsk, Novokuznetsk, Tyumen, Barnaul, Biysk, etc.). Major pollutants of soils – Pb, Zn, Ni, Mn, Ba, As, Hg, Mo, Cr, Sr, V, Ni, Cr, Co, Cu, F, Al, Li, Be, Ag, Ti, Cd, Se, Sn, Tl, Bi, Na, K, S, Cl, oil products and their highly toxic derivatives. The largest sources of soil pollution are combines of ferrous and nonferrous metallurgy, chemical, petrochemical, fuel, woodworking, metal-working, building industry, power system, production of building materials, woodworking, mechanical engineering, motor and railway transport. There is some data of researches from authors of technogenic impact on soils, which locate close to aluminum manufacture.

Keywords: the urbanized territories of Siberia, technogenesis, pollution of soils

Производства, загрязняющие окружающую среду, функционируют в Сибири уже десятки лет. В целом в регионе находится 1/3 городов России с наиболее сильной степенью загрязненности. Главные загрязнители почв урбанизированных территорий в Сибири – это тяжелые металлы, пестициды, нефтепродукты и их высокотоксичные производные. Самыми мощными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в городах являются комбинаты черной и цветной металлургии, а в сельской местности – минеральные удобрения, содержащие эти металлы в качестве примесей. В почве промышленных площадок АО «Усольхимпром» и «Саянскимпром» скопились отходы, насыщенные ртутью. Значительно расширилась площадь нарушенных и деградированных земель. Почвы постоянно загрязняются бытовым мусо-

ром и отходами с промышленных предприятий. Из каждого промышленного отвала в среднем выдувается около 400 т пыли и вымывается около 8 т солей, загрязняя воздух, подземные и поверхностные воды, почву. В городах Кемерово, Новокузнецке, Белово, Прокопьевске загрязнение почв оценивается как «чрезвычайно опасное». По данным Ю.З. Карновского [12] высокое содержание Pb, Zn, Ni, Mn обнаружено в почвах г. Новокузнецка и г. Белово Кемеровской области. Превышение ПДК тяжелых металлов отмечено в Забайкальском крае, Бурятии, в Иркутской и Кемеровской областях. Превышения концентрации As и Hg отмечено для почв городов Новосибирска и Междуреченска, Pb – для городов Кемерово, Новосибирска и Междуреченска, Mo – для г. Рубцовска, Cr – для г. Новосибирска.

Проведенные исследования В.А. Снытко, Т.Е. Афонинной [21] показали, что на почвы бассейна оз. Байкал поступают техногенные потоки углеводородных соединений (УВС) локальной, так и региональной размерности, которые можно идентифицировать, применяя сравнительный метод, по компонентному составу УВС, в частности по ПАУ – 3,4 бенз(а)пирену и 1,12 бенз(а)пирену – в атмосферных осадках, почвах, донных осадках. Влияние техногенных потоков может осуществляться путем атмосферного переноса и через крупные потоки оз. Байкал. Действующими региональными источниками служат Иркутско-Черемховский ТПК (города Иркутск, Ангарск, Шелехов, Усолье-Сибирское, Черемхово), аэропромышленные выбросы которого воздействуют на почвы бассейна Байкала вследствие преобладающего в этом регионе северо-западного переноса воздушных масс, и каскад промышленных предприятий, расположенных на р. Селенге, включающий промышленные узлы городов Улан-Удэ, Селенгинска, Гусиноозерска. К потенциальным источникам загрязнения почв относятся развивающийся Северо-Байкальский ТПК (города Северобайкальск, Нижнеангарск, поселки, расположенные на берегах крупных рек – притоков Байкала – Верх. Ангары и Кичеры) [4].

При выполнении работ И.Б. Воробьевой и др. [5] по программе «Экология города Иркутска и его ближайшего окружения» наряду с другими компонентами исследовали техногенные загрязнения почв. Выявлено, что к основным источникам загрязнения Иркутска относятся: заводы, ТЭЦ, котельные, автотранспорт. Выявлены зоны с повышенным содержанием Са, Mg, Na и K в почве. Концентрации элементов в почвах г. Иркутска составляют: Mn 435–1110 мг/кг, Ba 550–1100, Sr 195–310, Pb 14–180, V 42–130, Ni 27–85, Cr 11–152, Co 12–98, Cu 22–92 мг/кг. Максимальные концентрации Ni, Cr, V, Mn, Pb отмечены на повышенных формах рельефа. Экологическая ситуация усугубляется тем обстоятельством, что по данным Госкомстата более половины овощей и ягод выращивается населением на приусадебных и дачных участках в пригородной зоне, а нередко и на городской территории, где уровень загрязнения почв выше безопасного (ПДК).

В отличие от рассмотренных индустриально-промышленных городов с преимущественным развитием одной главной отрасли, в г. Ангарске размещен комплекс разных крупных предприятий, из которых наибольшее воздействие на окружающую

среду оказывает нефтехимический комбинат и несколько мощных ТЭЦ. Наблюдения О.А. Матушкиной и Е.Г. Нечаевой [16] за накоплением в почвах города ряда химических элементов показали превышение ПДК концентраций тяжелых металлов группы железа, а из группы щелочноземельных элементов – Ba и Sr. Содержание Co и Pb в большинстве почвенных проб составляет 2 ПДК, Cr, Cu и Ni во всех пробах – от 3 до 21 ПДК.

Общий ареал загрязнения почв от Иркутско-Черемховского территориального промышленного комплекса протягивается с юго-востока на северо-запад на 60 км при ширине 10–15 км [13]. В почвах накапливаются F, Al, Pb, Li, Mn, Cr, Co, Ni, Ba, Be, как следствие промышленных выбросов в атмосферу. Концентрация их в 3–20 раз выше фоновой.

П.В. Коваль, Г.А. Белоголовой [14] в Институте геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН были составлены полиэлементные геохимические карты. На их основе разработана общая схема эколого-геохимического районирования, на которой отображены закономерности распределения полиэлементных аномалий. Ассоциация элементов Ag-Hg-Cu-Pb-Zn-Cr пространственно приурочена к территории г. Иркутска. Зона г. Шелехова с металлургическим алюминиевым заводом характеризуется ассоциацией F-Cu-Hg-Ag-Pb-Ni-Li-V.

Рассмотрим более детально специфику и количественные показатели воздействий на среду обитания широко развитой в Сибири цветной металлургии. Мощность производства алюминиевых заводов на юге Сибири составляет от 400 тыс. т/год до 900 (Братский алюминиевый завод), хотя международные нормы с учетом требований по охране окружающей среды ограничивают эти объемы до 200–300 тыс. т/год.

Анализ и оценка этой проблемы проводятся по материалам многолетних исследований в зонах влияния алюминиевых заводов. С 1964 года работает Красноярский алюминиевый завод (КрАЗ). В рамках масштабной экологической модернизации, реализованной в 2004–2009 годах, завод был переведен на технологию сухого анода, оснащен системами автоматической подачи глинозема и установками сухой очистки газов. Осуществление программы позволило снизить выбросы фтористого водорода в 1,5 раза, смолистых веществ – в 2,7 раза, бенз(а)пирена – в 2,5 раза. Однако Красноярский алюминиевый завод, начиная с 2004 г., в разы увеличил производство продукции. Адекватно этому увеличилось и загрязнение почв вокруг предприятия.

Проведенные Ю.П. Танделовым исследования [24] выявили, что содержание водорастворимого фтора в почвах Центрального отделения совхоза «Солонцы» в 1995 г. было на уровне 19 мг/кг, а в 2010 г. уже составляло 33 мг/кг. В почвах отделения Песчанка вблизи КраЗа уровень водорастворимого фтора соответственно вырос с 21 до 39 мг/кг, что превышает ПДК в 3,9 раз.

В 2013 г. запущен алюминиевый завод в окрестностях г. Тайшета (ТАЗ). Фоновое содержание водорастворимых фторидов в серой почве в 25 км от города составило 0,05 ПДК (0,48 мг/кг). По данным Министерства природных ресурсов и экологии [6] среднее содержание водорастворимых фторидов в почвах г. Тайшета превышает фон в 3 раза, но не превышает ПДК. Среднее содержание обменных сульфатов в почвах города превышает ПДК в 1,6–2,9 раз.

С 1996 г. по настоящее время авторами проводится мониторинг загрязнения почв и снега вблизи Иркутского алюминиевого завода (ИрАЗ), который работает более 50 лет. Наиболее экологически опасные загрязнители почвенной среды г. Шелехова – фтор и бенз(а)пирен максимально накапливаются в зоне ИрАЗа, достигая 10–14 ПДК, в санитарно-защитной зоне завода – 3–6 ПДК, в жилой части города – 1–2 ПДК, превышая фоновый региональный уровень. В зоне ИрАЗа по распределению в системе снег – почва химических элементов они делятся на три группы. Первая группа (F, Al, Na, Mn, Ba) характеризуется превышением концентраций в снеге над его фоновыми значениями в 50 и более раз, а в почве – превышением в 5 и более раз. Второй группе (Ca, Cu) свойственны превышения над фоном снега в 25–50 раз, почвы – в 3–5 раз; третьей группе (Co, Ni, Sr, Mg, Fe, Ti, V, Cr) – превышения фоновых концентраций в снеге менее 25 раз, а в почве – менее трех. В верхнем слое почв для большинства элементов $K_k < 5$, для Al, Na, Mn, Ba K_k равен 5–7, а для F – 20 [2].

При сокращении твердой формы загрязнителей по мере удаления от ИрАЗа, количество водорастворимого фтора остается на достаточно высоком уровне и в 6 км от источника в верхнем слое почв снижается лишь до ПДК. Наблюдается снижение разных форм фтора к концу вегетационного периода, что обусловлено процессами самоочищения почв и вовлечением элемента в биопродукционный процесс. Максимальная концентрация элементов в органогенных горизонтах, являющихся биогеохимическим барьером. С глубиной по профилю почв содержание элементов уменьшается. Концентрация большинства из них близка

к значениям на контрольной территории. Однако содержание F и Na во всем профиле почв превышает фоновое, хотя и резко уменьшается с глубиной вследствие радиальной миграции. По нашим расчетам, доля закрепившегося в почве количества F, Na и Ca, выпавших на поверхность за 50-летний период работы завода, составляет 70–90%. Несмотря на высокую потенциальную растворимость, эти элементы сорбировались почвой благодаря ее высокой поглощательной способности. Другие элементы почти полностью закрепляются в почве при незначительных потерях Al, Mn, Cu, Pb, Ni.

В результате модернизации технологического процесса (введения обожженных анодов и новой техники по очистке газовых выбросов) и одновременно снижения выпуска алюминия-сырца к 2004 г. выбросы Иркутского алюминиевого завода резко сократились, что отразилось на значительном снижении в снежном покрове твердого вещества (взвесей) и растворенного вещества (сухого остатка). Однако в связи с последующим введением в эксплуатацию пятой серии электролизного производства и увеличением выпуска алюминия-сырца показатели загрязнения снежного покрова в 2008 г. вернулись к их уровню в 2000–2002 гг. [3].

Н.Д. Давыдовой и другими сотрудниками ИГ СО РАН [10] проведены детальные исследования в зоне воздействия эмиссий Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов (САЗ и ХАЗ), расположенных в южной части Минусинской котловины (Койбальская степь) и Братского алюминиевого завода (БрАЗ) – долина р. Вихорева. Содержание водорастворимого фтора в почвах в зоне воздействия пылегазовых эмиссий БрАЗа на расстоянии от него до 1 км составляет около 30 мг/дм³ и в фоновой почве 0,1 мг/дм³. ПДК для водорастворимого фтора составляет 2 мг/дм³, что соответствует 10 мг/кг в почве. По многолетним исследованиям Н.Д. Давыдовой [10] выявлено, что техногенное вещество Братского и Хакасского алюминиевых заводов сходно по химическому составу, но нагрузки эмиссий БрАЗа в среднем в 2 раза выше и распространение их дальше. Поступление основного количества водорастворимых поллютантов на территорию осуществляется в радиусе 5–6 км для предприятий ОАО РУСАЛ «Саяногорск» (F– – 0,4–2,8; Na+ – 0,2–1,7, Al3+ – 0,15–1,6 т/км² в год) и 8–9 км для БрАЗа (F– – 0,4–4,3; Na+ – 0,3–2,9, Al3+ – 0,16–2,4 т/км² в год).

Вводится в эксплуатацию Богучанский алюминиевый завод (БоАЗ). Производство на Богучанском алюминиевом заводе будет отвечать самым современным международным

экологическим требованиям в области производства алюминия.

Для урбанизированных территорий характерно климатически обусловленное вторичное загрязнение окружающей среды. В этом отношении проблематична ситуация в г. Байкальске с его уже закрытым целлюлозно-бумажным комбинатом. В почвах г. Байкальска Е.А. Мусихиной [19] отмечено превышение ПДК по ванадию. Максимальное содержание ртути в почвах, обнаруженное в 8 км от границы города, соответствует 1,5 ПДК. В районе г. Байкальска отмечены также превышения ОДК в почвах Pb на 30%, Ni на 77%, Cu на 27%, Zn на 67%. Содержание кобальта на уровне и выше 2 кларков. Концентрация молибдена в два раза выше фоновой.

Формирование на территории Бурятии уровня загрязнения почв обусловлено выбросами предприятий энергетики, целлюлозно-бумажной промышленности. Основными загрязнителями почв в Северобайкальском и Нижнеселенгинском промузлах являются Pb, Zn, Hg, Cd, F, Mo и Mn [22]. Загрязнение почв территории г. Улан-Удэ обусловлено веществом, поступающим из пылегазовыбросов промышленных предприятий и газовой выбросов автотранспорта. На территории города Улан-Удэ установлен очаг загрязнения в центральной части города и ряд меньших по площади ареалов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения почв Pb, Cu, Zn, (от 2,5 до 7 ПДК). Установлены также высокие концентрации в почве Hg, As, Cl, Se.

Аномальные концентрации общего Fe, превышающие фоновые в 1,2–2,8 раз в почве, установлены в районе г. Закаменска, пос. Баргузин, села Улюн, пос. Курумкан, г. Кяхта, северо-западной части г. Улан-Удэ. Контрастные аномалии Mn в почвах выявлены в районе г. Закаменска. Аномалии содержания Mn зафиксированы также в районе г. Гусиноозерска, пос. Цаган-Нур, пос. Соновоозерска, пос. Усть-Баргузин, с. Тлемба, с. Аргада, с. Улюн. Аномальные концентрации Cd установлены в средней части долины р. Хамней. Кадмий образует контрастную аномалию в районе городов Северобайкальск и Нижнеангарск. Наибольшее количество выбросов в Забайкальском крае зарегистрировано в Петровск-Забайкальском районе. В почвах Петровск-Забайкальского промузла и п. Хилок наблюдается повышенное содержание хлора, нитритов, сульфатов, калия и натрия.

Ежегодный валовый выброс в атмосферу вредных веществ предприятиями Норильского горно-металлургического комбината (НГМК) от стационарных источников

составляет более двух млн. тонн. Проведенные С.В. Кудряшовым исследования [15] свидетельствуют о высоком содержании тяжелых металлов в почвах, снижающемся по мере удаления от горно-металлургического комплекса «Норильский никель». Выявлено, что наиболее загрязненной соединением тяжелых металлов является территория г. Норильск, где содержание меди в почвах превышает ОДК более чем в 120 раз, никеля – в 36, а кобальта – в 23 раза. Оценка опасности загрязнения почв г. Норильска по суммарному показателю загрязнения характеризует этот уровень как опасный и чрезвычайно опасный. В направлении господствующих ветров содержание никеля даже на расстоянии 25 км превышает ОДК. Высокие уровни загрязнения тяжелыми металлами выявлены в почве местных огородов и теплиц. Обнаружено присутствие никеля в выращиваемой продукции: редисе, зеленом луке, петрушке и салате.

Исследования А.П. Михайлуц [18] выявили загрязнение почв селитебных территорий г. Кемерово сульфатами, нитратами и другими токсичными элементами вследствие выбросов в атмосферу от химических, теплоэнергетических и коксохимических предприятий, которое прослеживается в радиусе 14 км от источника. При существующих технологиях химических производств на 1 т получаемой готовой продукции образуется 0,5–153 кг твердых и жидких концентрированных промышленных отходов.

В работах Н.Д. Давыдовой [8] рассмотрен эффект действия системы снег – почва в техногенно-геохимической ситуации на территории Шарыповского промузла Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭКа). К источникам загрязнения относятся: завод железобетонных изделий, бетонно-растворное предприятие, АТП Катэжэнергострой, автобазы, котельные г. Шарыпово, промплощадки «Березовской ГРЭС-1», золоотвалы в комплексе с мощным, длиной 14 км транспортером, подающим уголь к ГРЭС, железная дорога, асфальтовый завод, автозаправочные станции, автобазы и автомобильные трассы. Отмечено наиболее интенсивное накопление в почвах Ca, Pb, Mg, Cu и слабое – Cr, Ti, Ni.

Исследования сотрудников Института почвоведения и агрохимии СО РАН [23] показали, что в лесостепной и степной зонах на пониженных Барабинской, Кулундинской, Ишимской равнинах Западной Сибири, наряду с бором, в пищевую цепь могут поступать избыточные количества Sr, F, I и Br. Высокие концентрации F, I, Br и Sr характерны для засоленных почв аккумулятивных ландшафтов, где преимущественно

расположены кормовые угодья. Иная картина выявлена С. Сысо [23] в таежной зоне Западной Сибири и Новосибирском Приобье и Присалаирье, где в почвах найдено малое количество подвижных F и I. Наиболее высокое количество P, As, Zn, Cu, Co, Mo, Cr и Ni выявлено в почвообразующих породах и почвах в районах, тяготеющих к горному окаймлению Западно-Сибирской равнины, богатому различными рудопроявлениями.

В почвах в районе Новосибирского оловокомбината С.Ю. Артамоновой [1] обнаружены высокие концентрации Sn, As, Tl, Bi, Cd, Cu, Zn, Pb, Hg, Ag. Содержания As и Sn превышают ПДК в 500–700 раз, Tl, Bi, Cd – в 70 раз фоновые концентрации. В почвах огородов вблизи оловокомбината выявлены высокие содержания As (100 ПДК), Sn (75 ПДК), Cd (2,4 ПДК) и Pb (1,6 ПДК).

Главным источником поступления на поверхность почвы металлов на территории г. Омска является процесс сжигания угля и автотранспорт. По результатам исследований Е.Н. Трошиной [25] на территории г. Омска отмечаются превышение ПДК (ОДК) в почвах хрома (15,1 ОДК), кобальта (3,2 ПДК), мышьяка (4,9 ПДК), свинца (1,2 ПДК). Превышение фоновых значений выявлено для V (в 1,2 раза), Cr (в 1,1 раза), Fe (в 1,1 раза), Co (в 1,6 раза), Cu (в 2,1 раза), Zn (в 1,4 раза).

Основные источники загрязнения почв в г. Новокузнецк: предприятия черной и цветной металлургии, теплоэнергетики, топливной промышленности, производства стройматериалов, машиностроения, автомобильный и железнодорожный транспорт. Концентрация тяжелых металлов в почве города превышает ПДК: меди – в 6,2 раза, цинка – в 2 раза и мышьяка в 5,6 раз. По данным В.Е. Петровой [20] в городе ежегодно образуется около 12 млн т промышленных отходов, из которых 6 млн т складируется на городской территории, и более 1 млн т бытовых отходов, которые размещаются на старой городской свалке, расположенной в центральном районе города, их общая площадь занимает 850 га земель. Почва в районе размещения свалки по химическому загрязнению классифицируется как чрезвычайно опасная, что обусловлено влиянием не только бытовых отходов, но и промышленных отходов. Содержание Zn в почве вблизи промышленных свалок превышает ПДК в 138 раз.

Основное влияние на загрязнение окружающей природной среды в г. Тюмени оказывает Тюменский аккумуляторный завод и автотранспорт. По данным М.В. Матюшкиной [17] содержание свинца в почве вблизи аккумуляторного завода превышает ПДК

в 7 раз. Также наблюдаются повышенные содержания в почвах г. Тюмень нефтепродуктов и бен(а)зпирена. Для почв г. Томска выявлены повышенные содержания Ta, V, Sb, U, Tl, превышающие фон более чем в 5 раз. В районе металлообрабатывающих предприятий г. Томска Л.В. Жорняк [11] выявлено загрязнение почв Cr, Co, Mo, W, на территории шпалопропиточного производства – Cu. Среднее содержание урана в почвах г. Томска составляет 2,4 мг/кг, тория – 7,5 мг/кг.

Барнаул входит в «приоритетный список» городов России с наибольшими показателями загрязнения окружающей среды. В почвах г. Барнаула и примыкающей к нему территории содержание ртути повышено и составляет 0,3–1,01 мг/кг. Вблизи автомобильных дорог содержание Pb в почвах составляет от 40 до 300 мг/кг. Непосредственно в г. Барнауле в почвах отмечены аномалии в содержаниях свинца (до 70–100 мг/кг), цинка (500–600 мг/кг), что в 5,6 раз превышает фон и в 2 раза выше ПДК, лития – 28,4 мг/кг, что значительно выше фона. Источниками загрязнения являются автотранспорт и ТЭЦ.

В черте промышленного г. Бийска сосредоточено порядка 200 предприятий. Основными источниками загрязнения почв являются предприятия оборонного комплекса, химической, деревообрабатывающей промышленности, ТЭЦ, автотранспорт. В почвах г. Бийска О.И. Гусевой [7] обнаружены повышенные содержания меди, превышающие ПДК в 1,2 раза, свинца – в 3, цинка – в 1,2, кобальта в 2, кадмия в 2, стронция в 2,5 раза.

Рассмотренные материалы свидетельствуют о существенном воздействии промышленных производств на почвы, оно проявляется на локальном и региональном уровнях. Повышенная степень техногенного загрязнения почв, выявленная при лабораторных исследованиях, согласуется с ореолами высокого загрязнения снежного покрова промышленными выбросами, которые выявляются на космических снимках. На мартовско-апрельских снимках они отчетливо выделяются темным тоном, свидетельствующим о более раннем сходе снега (на 10–15 дней) по сравнению с фоном. На этом фоне выделяются локальные загрязнения вблизи источников. Они различаются по составу поллютантов в зависимости от специфики производства. В местах складирования и хранения отходов на свалках, шламохранищах, гидро-, золоотвалах вблизи промышленных городов Сибири накапливаются сотни тысяч тонн токсичных отходов, придавая токсические свойства

почве, растительности, поверхностным и грунтовым водам, вызывая повышение заболеваемости населения.

Список литературы

1. Артамонова С.Ю. Экология городов: анализ и оценка с помощью РФА-СИ на примере Новосибирска // Поверхность, рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2011. – № 11. – С. 66–71.
2. Белозерцева И.А. Особенности элементного химического состава снегового покрова и почв в зоне влияния Иркутского алюминиевого завода // Геохимия. – М.: НАУКА, 2003. – № 6. – С. 681–685.
3. Белозерцева И.А. Мониторинг загрязнения окружающей среды в зоне воздействия ИркаЗа // Вода: химия и экология. – 2013. – № 10. – С. 33–38.
4. Белозерцева И.А., Матушкина О.А. Загрязнение атмосферы // Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. – С. 31–37.
5. Воробьева И.Б., Ломоносов И.С., Гапон А.В., Арсентьева А.Т. Техногенные загрязнения снега и почв // Геоэкологическая характеристика городов Сибири. – Иркутск: ИГ СО РАН, 1990. – С. 61–71.
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2012 году». Министерство природных ресурсов и экологии РФ, 2013. – 455 с.
7. Гусева О.И. Антропогенное загрязнение город Алтайского края // Биоразнообразие, проблемы экологии горного Алтая и сопредельных регионов: настоящее, прошлое, будущее: мат. межд. конф. – Горно-Алтайск, ГОУ ВПО «Горно-Алтайский государственный университет», 2008. <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2008/2/09.pdf>.
8. Давыдова Н.Д. Анализ состояния геосистем в зоне воздействия пылегазовых эмиссий // Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. – Новосибирск: Наука, 2004. – С. 91–104.
9. Давыдова Н.Д. Трансформация геохимической среды в техногенной аномалии // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2012. – № 3 (19). – С. 72–81.
10. Давыдова Н.Д., Знаменская Т.И., Лопаткин Д.А. Выявление химических элементов загрязнителей и их первичное распределение на территории степей юга Минусинской котловины // Сибирский экологический журнал. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 285–294.
11. Жорняк Л.В. Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: диссертация... к. г.-м. н.: 25.00.36. – Томск, 2009. – 209 с.
12. Карновский Ю.З. Экология Городов Западной Сибири: Новосибирск не самый худший. Но проблемы есть. 2009. http://experts.megansk.ru/full_news.html?id_news=67.
13. Киселев В.Я., Кравцов В.А., Турчаников Л.В. Оценка экологического состояния природных сред в районе алюминиевого завода (г. Шелехов) // Тез. VI объед. Международ. симпозиума по проблемам прикладной геохимии, посвященной памяти академика Л.В. Таусона. – Иркутск, 1994. – С. 48–49.
14. Коваль Г.П., Белоголова Г.А. Антропогенная трансформация природных геохимических распределений Прибайкалья // Глобальные изменения природной среды. – Новосибирск: Наука, 1998. – С. 248–257.
15. Кудряшов С.В. Оценка и нормирование экологического состояния почв Норильского промышленного района. Автореферат на соискание ученой степени канд. биол. наук: 03.00.27, 2010. – 155 с.
16. Матушкина О.А., Нечаева Е.Г. Воздействие загрязнения на городские техногеосистемы (на примере г. Ангарска) // Экология и научно-технический прогресс: матер.

второй междунар. науч.-технич. конф. – Пермь, 2004. – С. 93–96.

17. Матюшкина М.В. Качество окружающей среды в г. Тюмень. ГУ «Центр госсанэпиднадзора в г. Тюмень», 2012. <http://law.admtymen.ru/nic?print&nd=466200933>.

18. Михайлуц А.П. Эколого-гигиенические аспекты химического загрязнения почвы в промышленных городах Сибири // ЭКО-биолетень ИнЭКА. – январь-февраль 2008. – № 1 (126).

19. Мусихина Е.А. Методологический аспект технологии комплексной оценки экологической емкости территорий. – М.: Изд-во «Академия Естественных наук», 2009. – 137 с.

20. Петрова В.Е. Экологическая ситуация и пути решения экологических проблем в г. Новокузнецке: учебный мат. – ГОУ ВПО «СибГИУ», 2012.

21. Снытко В.А., Афонина Т.Е. Техногенные потоки углеводородных соединений в геосистемах бассейна оз. Байкал // География и природные ресурсы. – 1993, № 2. – С. 68–72.

22. Состояние окружающей природной среды и природоохранная деятельность в Республике Бурятия в 1991–2003 гг. – Улан-Удэ, 1992–2004.

23. Сысо А. Эколого-биогеохимические исследования в Западной Сибири // Наука в Сибири, 25 мая 2001, № 20 (2306).

24. Танделов Ю. П. Фтор в системе почва – растение. – 2-е изд., перераб. и доп. / под ред. акад. РАСХН В.Г. Минеева. – Красноярск, 2012. – 146 с.

25. Трошина Е.Н. Экологическая оценка загрязнения атмосферного воздуха и почв г. Омска тяжелыми металлами для обоснования мониторинга. Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук: 03.00.16. – Омск, Омский государственный педагогический университет, 2009. – 183 с.

References

1. Artamonova S.Ju. Jekologija gorodov: analiz i ocenka s pomoshhju RFA-SI na primere Novosibirska // Poverhnost, rentgenovskie, sinhrotopnye i nejtronnye issledovaniya. 2011. no. 11. pp. 66–71.
2. Belozerceva I.A. Osobnosti jelementnogo himicheskogo sostava snegovogo pokrova i pochv v zone vlijaniya Irkutskogo aljuminievogo zavoda // Geohimija. M.: NAUKA, 2003. no. 6. pp. 681–685.
3. Belozerceva I.A. Monitoring zagrjaznenija okruzhajushhej sredy v zone vozdejstvija IrkAZA // Voda: himija i jekologija. 2013. no. 10. pp. 33–38.
4. Belozerceva I.A., Matushkina O.A. Zagrjaznenie atmosfery // Jekologicheski orientirovannoe planirovanie zemlepolzovanija v Bajkalskom regione. Bajkalskaja prirodnaja territorija. Irkutsk: IG SO RAN, 2002. pp. 31–37.
5. Vorobeveva I.B., Lomonosov I.S., Gapon A.V., Arsenteva A.T. Tehnogenne zagrjaznenija snega i pochv // Geojekologicheskaja harakteristika gorodov Sibiri. Irkutsk: IG SO RAN, 1990. pp. 61–71.
6. Gosudarstvennyj doklad «O sostojanii i ob ohrane okruzhajushhej sredy Rossijskoj Federacii v 2012 godu». Ministerstvo prirodnyh resursov i jekologii RF, 2013. 455 p.
7. Guseva O.I. Antropogennoe zagrjaznenie gorod Altajskogo kraja // Bioraznoobrazie, problemy jekologii gornogo Altaja i sopredelnyh regionov: nastojashhee, proshloe, budushhee: mat. mezhd. konf. Gorno-Altajsk, GOU VPO «Gorno-Altajskij gosudarstvennyj universitet», 2008. <http://e-lib.gasu.ru/konf/biodiversity/2008/2/09.pdf>.
8. Davydova N.D. Analiz sostojanija geosistem v zone vozdejstvija pylegazovyh jemissij // Trendy landshaftno-geohimicheskikh processov v geosistemah juga Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 2004. pp. 91–104.
9. Davydova N.D. Transformacija geohimicheskoy sredy v tehnogennoj anomalii // Problemy biogeohimii i geohimicheskoy jekologii. 2012. no. 3 (19). pp. 72–81.

10. Davydova N.D., Znamenskaja T.I., Lopatkin D.A. Vyjavlenie himicheskikh jelementov zagrijaznitelej i ih pervichnoe raspredelenie na territorii stepej juga Minusinskoj kotloviny // Sibirskij jekologicheskij zhurnal. 2013. T. 20, no. 2. pp. 285–294.
11. Zhornjak L.V. Jekologo-geohimicheskaja ocenka territorii g. Tomsk po dannym izucheniya pochv: dissertacija... k. g-m. n.: 25.00.36. Tomsk, 2009. 209 p.
12. Karnovskij Ju.Z. Jekologija Gorodov Zapadnoj Sibiri: Novosibirsk ne samyj hudshij. No problemy est. 2009. http://experts.megansk.ru/full_news.html?id_news=67.
13. Kiselev V.Ja., Kravcov V.A., Turchanikov L.V. Ocenka jekologicheskogo sostojanija prirodnyh sred v rajone aljuminievogo zavoda (g. Shelehov) // Tez. VI ob#ed. Mezhdunar. simpoziuma po problemam prikladnoj geohimii, posvjashhennoj pamjati akademika L.V. Tausona. Irkutsk, 1994. pp. 48–49.
14. Koval G.P., Belogolova G.A. Antropogennaja transformacija prirodnyh geohimicheskikh raspredelenij Pribajkalja // Globalnye izmeneniya prirodnoj sredy. Novosibirsk: Nauka, 1998. pp. 248–257.
15. Kudrjashov S.V. Ocenka i normirovanie jekologicheskogo sostojanija pochv Noril'skogo promyshlennogo rajona. Avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kand. biol. nauk: 03.00.27, 2010. 155 p.
16. Matushkina O.A., Nechaeva E.G. Vozdejstvie zagrijaznenija na gorodskie tehnogeosistemy (na primere g. Angarska) // Jekologija i nauchno-tehnicheskij progress: mater. vtoroj mezhdunar. nauch.-tehnich. konf. Perm, 2004. pp. 93–96.
17. Matjushkina M.V. Kachestvo okruzhajushhej sredy v g. Tjumen. GU «Centr gossanjepidnadzora v g. Tjumen», 2012. <http://law.admtyumen.ru/nic?print&nd=466200933>.
18. Mihajluc A.P. Jekologo-gigienicheskie aspekty himicheskogo zagrijaznenija pochvy v promyshlennyh gorodah Sibiri // JeKO-bjulleten InJekA. janvar-fevral 2008. no. 1 (126).
19. Musihina E.A. Metodologicheskij aspekt tehnologii kompleksnoj ocenki jekologicheskoy emkosti territorij. M.: Izdvo «Akademija Estestvoznaniya», 2009. 137 p.
20. Petrova V.E. Jekologicheskaja situacija i puti reshenija jekologicheskikh problem v g. Novokuznecke: uchebnyj mat. GOU VPO «SibGIU», 2012.
21. Snytko V.A., Afonina T.E. Tehnogennye potoki uglevodnorodnyh soedinenij v geosistemah bassejna oz. Bajkal // Geografija i prirodnye resursy. 1993, no. 2. pp. 68–72.
22. Sostojanie okruzhajushhej prirodnoj sredy i prirodohrannaja dejatel'nost' v Respublike Burjatija v 1991–2003 gg. Ulan-Udje, 1992–2004.
23. Syso A. Jekologo-biogeohimicheskije issledovanija v Zapadnoj Sibiri // Nauka v Sibiri, 25 maja 2001, no. 20 (2306).
24. Tandelov Ju. P. Ftor v sisteme pochva rastenie. 2-e izd., pererab. i dop. / pod red. akad. RASHN V.G. Mineeva. Krasnojarsk, 2012. 146 p.
25. Troshina E.N. Jekologicheskaja ocenka zagrijaznenija atmosfernogo vozduha i pochv g. Omska tjazhelymi metallami dlja obosnovanija monitoringa. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kand. biol. nauk: 03.00.16. Omsk, Omskij gosudarstvennyj pedagogicheskij universitet, 2009. 183 p.

Рецензенты:

Напрасников А.Т., д.г.н., профессор кафедры почвоведения и оценки земельных ресурсов, Иркутский государственный университет, г. Иркутск;

Плюснин В.М., д.г.н., профессор, Иркутский государственный университет, директор ИГ СО РАН, г. Иркутск.