

ях Центральной Азии // География и геоэкология на службе науки и инновационного образования: мат-лы XI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. Всемирному дню Земли и 100-летию заповедной системы России. – Красноярск, 2016. – Вып. 11. – С. 97–99.

Literatura

1. *Ravkin Ju.S.* K metodike ucheta ptic lesnyh landshaftov // Priroda ochagov kleshhevogo jencefalita na Altae (severo-vostochnaja chast'). – Novosibirsk, 1967. – S. 66–75.
2. *Bliznecov A.S.* Vidovoe raznoobrazie i plotnost' naselenija ptic skal'no-kamenistyh mestoobitanij // Fauna i jekologija zhivotnyh Sibiri: mezhvuz. sb. nauch. tr. – Krasnojarsk, 2013. – Vyp. 7. – S. 52–60.
3. *Bliznecov A.S.* Osobennosti prostranstvenno-biotopicheskogo razmeshhenija i jekologii petrofil'nyh vidov ptic juzhnoj chasti Srednej Sibiri // Tez. XIV Mezhdunar. ornitologicheskoy
4. *Bliznecov A.S.* Osobennosti gnezdovaniya hishhnyh ptic v aridnyh uslovijah Central'noj Azii // Vestnik Krasnojarsk. gos. ped. un-ta im. V.P. Astafeva. T. 2. Gumanitarnye i estestvennyye nauki. – Krasnojarsk, 2011. – № 3. – S. 182–187.
5. *Bliznecov A.S.* Materialy po gnezdovoj biologii obligatnyh petrofil'nyh vidov ptic juzhnogo shlejfa hrebta Tannu-Ola // Sovremennye problemy ornitologii Sibiri i Central'noj Azii: mat-ly IV Mezhdunar. ornitol. konf. – Ulan-Udje, 2009. – S. 137–140.
6. *Bliznecov A.S., Baranov A.A.* Gnezdovanie mohonogogo kurgannika v aridnyh uslovijah Central'noj Azii // Geografija i geojekologija na sluzhbe nauki i innovacionnogo obrazovanija: mat-ly XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. Vsemirnomu dnyu Zemli i 100-letiju zapovednoj sistemy Rossii. – Krasnojarsk, 2016. – Vyp. 11. – S. 97–99.



УДК 332.368:351.777.6(571.51)

К.С. Горлушкина, С.Э. Бадмаева

МОНИТОРИНГ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬ ТЕРРИТОРИИ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА г. КРАСНОЯРСКА

K.S. Gorlushkina, S.E. Badmaeva

MONITORING OF TECHNOGENIC POLLUTION OF LANDS OF THE TERRITORY OF ALUMINUM PLANT OF KRASNOYARSK

Горлушкина К.С. – асп. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: miss.kristy@mail.ru

Бадмаева С.Э. – д-р биол. наук, проф., зав. каф. кадастра застроенных территорий и планировки населенных мест Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: s.bad55@mail.ru

Gorlushkina K.S. – Post-Graduate Student, Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: miss.kristy@mail.ru

Badmaeva S.E. – Dr. Biol. Sci., Prof., Head, Chair of Inventory of Built-up Territories and Layout of Populated Areas, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk. E-mail: s.bad55@mail.ru

В статье представлены материалы по техногенному загрязнению земель промышленными выбросами АО «РУСАЛ Красноярск»

за 2014–2017 годы. Были выбраны точки отбора проб – на территории Алюминиевого завода и его окрестностях. Взяты 10 см гумусо-

вого слоя для исследования в лаборатории на содержание тяжелых металлов. За четыре года наблюдений было установлено, что самые высокие показатели загрязнения тяжелыми металлами были выявлены в 2017 году – 13,00 мг/кг. Земли по степени загрязнения были разделены на сильнозагрязненные, среднезагрязненные, слабозагрязненные. Дана оценка загрязненной земли. Были установлены суммарные показатели загрязнения земель по пяти приоритетным загрязняющим веществам (ИЗА₅) на территории завода. Отслежена тенденция роста уровня загрязнения земли. Произведен сравнительный анализ показателей загрязняющих веществ по ПДК. Представлены данные анализа загрязнения земель тяжелыми металлами. В результате мониторинга уровня загрязнения в период с августа 2014 г. по август 2017 г. в точке статического контроля было установлено устойчивое увеличение в земле содержания металлов, таких как свинец, кадмий, медь, марганец и хром. Сделаны выводы и предложения по уменьшению загрязнения земель. Территория, прилегающая к АО «РУСАЛ», является по показателям содержания тяжелых металлов в земле неблагоприятной. Наблюдается тенденция к увеличению содержания тяжелых металлов в землях.

Ключевые слова: экологический мониторинг, загрязнение, почва, тяжелые металлы, химические элементы.

The materials on technogenic pollution of lands with industrial emissions of JSC "RUSAL" Krasnoyarsk for 2014–2017 were presented in the study. Sampling points in the territory of aluminum plant and its vicinities were chosen. 10 cm of humic layer for research were taken to laboratory research on the content of heavy metals. In four years of supervision it was established that the highest rates of pollution had been by heavy metals in 2017 – 13.00 mg/kg. The lands on the extent of pollution were divided into high, average, mild. The assessment of polluted soil was given. Total indicators of pollution of lands on five priority polluting substances (IZA₅) on the territory of the plant were established. The trend of growth of pollution level of the soil was monitored. Comparative analysis of indica-

tors of polluting substances on maximum concentration limit was made. The data of the analysis of pollution of lands by heavy metals were submitted. As a result of monitoring of pollution level during the period from August, 2014 to August, 2017 in the point of static control steady increase of the content of metals, such as, lead, cadmium, copper, manganese and chrome in the soil was established. The conclusions and offers on the reduction of pollution of lands were made. The territory adjacent to JSC "RUSAL" was unfavorable according to the indicators of the content of heavy metals in the soil. The tendency of increasing in heavy metals content in the lands was observed.

Keywords: *environmental monitoring, pollution, soil, heavy metals, chemical elements.*

Введение. Техногенное загрязнение земель – один из факторов, который влияет на состояние биосферы. В настоящее время большую актуальность приобретает изучение поступления ряда химических элементов на поверхность земель и загрязнение токсинами в окрестностях АО «РУСАЛ Красноярск» [1].

Самым современным и передовым предприятием алюминиевой промышленности России является Красноярский алюминиевый завод АО «РУСАЛ Красноярск». За последние годы на заводе усовершенствованы и модернизированы очистительные системы, которые положительно повлияли на экологическую обстановку в зоне влияния завода. Тем не менее современные технологии по очистке только сократили, но не ликвидировали воздействие загрязняющих веществ на природные и антропогенные системы. В связи с этим мониторинг техногенного загрязнения земель имеет важное теоретическое и практическое значение.

Мониторинг земель представляет собой постоянное наблюдение за состоянием почвенного покрова для своевременного выявления динамики и устранения негативных процессов и тенденций. Ежегодно на землю оседают выбросы от промышленных предприятий, в том числе тяжелые металлы. Превышение содержания тяжелых металлов в земле представляет экологическую опасность.

На сегодняшний день тяжелые металлы занимают второе место по степени опасности и в перспективе они могут стать более опасными.

Загрязнение тяжелыми металлами связано с их широким использованием в промышленном производстве. В связи с несовершенными системами очистки тяжелые металлы попадают в землю, загрязняя и отравляя ее. Тяжелые металлы относятся к особым загрязняющим веществам, наблюдение за которыми обязательно во всех средах.

Цель исследования. Анализ мониторинга загрязнения земель под влиянием промышленных выбросов АО «РУСАЛ Красноярск», поиск путей снижения уровня загрязнения и рационального использования загрязненных земель.

Задачи исследования: произвести сбор гумусового слоя для его анализа в лаборатории; дать оценку состояния почвенного слоя территории алюминиевого завода; отследить уровень загрязнения почвенного слоя за последние 4 года.

Объект и метод исследования. Территория, прилегающая к АО «РУСАЛ Красноярск». В исследовании был применен атомно-абсорбционный метод определения металлов в земле.

Результаты исследования и их обсуждение. Источником загрязнения земель могут быть выбросы как автотранспорта, так и промышленных предприятий [2]. Территория г. Красноярска, в частности территория, примыкающая к алюминиевому заводу, подвержена загрязнению от выбросов АО «РУСАЛ Красноярск» [3].

Основная часть загрязняющих веществ находится в гумусово-аккумулятивном почвенном слое. Состав и количество отравляющих землю веществ зависят от содержания гумусового слоя почвы. Чтобы дать оценку загрязнений земель, мы провели локальный почвенный экологический мониторинг, который был направлен на контроль уровня содержания загрязняющих веществ на территории алюминиевого завода АО «РУСАЛ Красноярск». Почвенный покров территории завода представляет собой подзолистые почвы.

Земельный экологический мониторинг – это система постоянного контроля почв, которая предоставляет информацию о состоянии почвы

с целью оценки настоящего состояния и прогноза на будущее [4].

Выделяют две группы загрязняющих веществ: биохимические и педохимические. Биохимические показатели дают характеристику накоплений в землях загрязняющих веществ и их влияния на живые организмы. Педохимические показатели – это свойства почв, которые изменились вследствие влияния загрязняющих веществ. Они могут пагубно влиять на живые организмы. К педохимическим показателям относятся показатели гумусового состояния почв, кислотно-основных свойств, катионно-обменных.

Для исследования мы выбрали тяжелые металлы как наиболее значимые, а именно: медь, цинк, никель, кадмий и свинец.

Для установления уровня и степени загрязнения земель мы выбрали точки отбора проб и расположили их согласно розе ветров и условиям, которые дают распространение загрязняющих веществ от алюминиевого завода.

Для отбора проб мы разделили площадь на 3 участка. Сбор образцов земли провели по четырем углам этих участков и в центре. Всего было получено 15 образцов. Для анализа мы взяли верхние слои почвы до 10 см. Вес каждой точечной пробы был равен 300 г. Образцы поместили в бумажный пакет и сразу отвезли в лабораторию.

Анализ земли разделяют на механический, химический, агрохимический, минералогический, радиологический, токсикологический и микробиологический. Для нас имеет значение только химический анализ, так как он позволяет узнать детальный состав вредных компонентов. Анализ земли был проведен лабораторией санитарно-эпидемиологического надзора. Это подготовка образцов к анализу, проведение химического анализа, сравнение анализов по ПДК, подготовка заключения, составление протокола о работах, разработка рекомендаций.

На основе результатов многолетних анализов были установлены суммарные показатели загрязнения земель по пяти приоритетным загрязняющим веществам (ИЗА₅) на территории завода (табл.).

Суммарный показатель загрязняющих веществ (ИЗА₅) за 2014–2017 гг., мг/кг

2014	2015	2016	2017
9,38±0,02	10,63±0,05	11,83±0,08	13,00±0,07

Загрязнение земель оценивалось по суммарному показателю загрязняющих веществ. Также было установлено, что высокий уровень загрязнения рассредоточен по всей территории алюминиевого завода.

За четыре года наблюдений было установлено, что самые высокие показатели загрязнения тяжелыми металлами были выявлены в 2017 году – 13,00 мг/кг. Следует отметить, что шло постепенное увеличение загрязнения земель тяжелыми металлами. При ИЗА₅>14 уровень загрязнения считается очень высоким.

Санитарно-гигиеническим показателем качества гумусового слоя является предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющих веществ в почве. ПДК соответствует максимальному содержанию загрязняющего вещества в природных объектах, которое не вызывает негативного воздействия на здоровье человека [5].

По степени загрязнения мы разделили земли на сильнозагрязненные, среднезагрязненные, слабозагрязненные.

К сильнозагрязненным отнесли почвы, содержание загрязняющих компонентов в которых в несколько раз превышает ПДК, они имеют низкую биологическую продуктивность, существенное изменение физических, химических и биологических характеристик, в результате чего содержание веществ превышает установленные нормы.

К среднезагрязненным отнесли почвы, в которых установлено превышение ПДК без видимых изменений в составе почв. К слабозагрязненным – где содержание химических веществ не превышает ПДК, но выше естественного фона [6].

Исходя из полученных данных, исследуемую территорию мы отнесли к сильнозагрязненной.

В период наблюдения 2014–2017 гг. были установлены превышения ПДК в почве по следующим тяжелым металлам: медь (2,8 ПДК),

цинк (7,5 ПДК), никель (1,9 ПДК), кадмий (7,8 ПДК), свинец (13,6 ПДК).

Степень устойчивости земель к загрязнению тяжелыми металлами мы оценили по отношению к группе металлов, которыми загрязнена исследуемая нами почва. Состояние почвенного слоя оценивалось в период 2014–2017 гг. на основании результатов анализа проб с глубины 0–10 см в 15 различных точках селитебной зоны, а также на производственной территории завода.

В результате мониторинга уровня загрязнения в период с августа 2014 г. по август 2017 г. в точке статического контроля был установлен устойчивое увеличение в почве содержания металлов, таких как свинец, кадмий, медь, марганец и хром.

Для компенсации ущерба и финансирования восстановительных мероприятий загрязнённой территории АО «РУСАЛ Красноярск» необходима постоянно действующая система информационного обеспечения контроля состояния земель [7].

В целом можно отметить, что экологическое состояние г. Красноярска за последние годы характеризуется неблагоприятными условиями, часто наблюдается режим «черного неба». Качество природной среды в 2017 г. относилось к категории «нарушенная», что говорит о присутствии нарушений её компонентов и влечет за собой неблагоприятные условия существования человека в этой природной зоне [8].

Последствия загрязнения земель тяжелыми металлами могут быть самыми непредсказуемыми, так как тяжелые металлы могут через землю проникать в растения, а от растений передаваться животным и людям через пищу. Тяжелые металлы могут вызвать у человека и животных разные заболевания, такие как онкология, аллергия, болезнь Минамата, разрушение нервной системы и др. Поэтому на территории АО «РУСАЛ Красноярск» и его окрестностях категорически запрещено выращивать расте-

ния, в том числе овощи и фрукты, для употребления их в пищу. Также не рекомендуется проживание вблизи территории алюминиевого завода [9,10].

Также негативными последствиями загрязнения земель могут быть подвижные соединения металлов.

Таким образом, необходимо нормирование загрязнения земли по предельно допустимым коэффициентам, так как гумусовый слой имеет свойство скапливать в себе большое количество загрязняющих веществ. Если это не сделать вовремя, то с каждым годом обстановка будет только усугубляться. Необходимо соблюдать контроль за состоянием почв по специальным методикам санитарными врачами и станциями.

Выводы. Для снижения выбросов в атмосферу необходима модернизация производства, создание расширенных санитарно-защитных зон вокруг потенциально опасного объекта АО «РУСАЛ Красноярск». Необходимо произвести нормирование загрязнения территории предприятия.

Для борьбы с загрязнением земель тяжелыми металлами необходимо вносить в почву органические вещества и глину, что даст увеличение кислотности почвы.

Также необходимо продолжать мониторинг и прогнозирование загрязнения земель для устранения миграции растворимой формы тяжелых металлов.

Усилить пропаганду здорового образа жизни для жителей, проживающих вблизи района с высоким уровнем загрязнения.

Литература

1. Апарин Б.Ф. Почвоведение. – М.: Академия, 2012. – С. 32–35.
2. Валова В.Д. Основы экологии. – М.: Дашков Ко, 2001. – С. 9–13.
3. Васильева Т.В., Демиденко Г.А. Экотоксикологическая оценка почв в окрестностях Алюминиевого завода города Красноярска методами биотестирования // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 9. – С. 44–52.
4. Демиденко Г.А., Миронов А.Г., Жбанчиков Д.О. Загрязнение фтором сельскохозяй-

ственных земель и растений в зоне влияния производственной деятельности Алюминиевого завода // В мире научных открытий. – 2016. – № 2 (74). – С. 148–158.

5. Демиденко Г.А., Миронов А.Г., Жбанчиков Д.О. Влияние промышленного загрязнения фтором на систему «почва-корма-молоко» // Молочнохозяйственный вестник. – 2016. – № 2 (22). – С. 16–25.
6. Колесников С.И. Экологические функции почв и влияние на них загрязнения тяжелыми металлами // Почвоведение. – 2002. – № 3. – С. 22–28.
7. Элементный анализ почв с их предварительной деструкцией химическими методами / А.Г. Корнилова, Т.З. Лыгина, А.А. Шинкарев [и др.] // Вестн. Казан. технол. ун-та. – 2011. – № 4. – С. 108–112.
8. Крупкин П.И. Пути рационального использования почв, загрязненных фтором // Агрехимия. – 2005. – № 3. – С. 78–87.
9. Мотузова Г.В. Экологический мониторинг почв. – М.: Гаудеамус, 2007. – С. 93–99.
10. Танделов Ю.П. Фтор в системе почва-растение. – М.: Изд-во МГУ, 2004.

Literatura

1. Aparin B.F. Pochvovedenie. – M.: Akademija, 2012. – S. 32–35.
2. Valova V.D. Osnovy jekologii. – M.: Dashkov Ko, 2001. – S. 9–13.
3. Vasil'eva T.V., Demidenko G.A. Jekotoksikologicheskaja ocenka pochv v okrestnostjah aljuminievogo zavoda goroda Krasnojarska metodami biotestirovanija // Vestnik KrasGAU. – 2016. – № 9. – S. 44–52.
4. Demidenko G.A., Mironov A.G., Zhbanchikov D.O. Zagrzaznenie ftorom sel'skoho-zjajstvennyh zemel' i rastenij v zone vlijanija proizvodstvennoj dejatel'nosti aljuminievogo zavoda // V mire nauchnyh otkrytij. – 2016. – № 2 (74). – S. 148–158.
5. Demidenko G.A., Mironov A.G., Zhbanchikov D.O. Vlijanie promyshlennogo zagrzaznenija ftorom na sistemu «pochva-korma-moloko» // Molochnohozjajstvennyj vestnik. – 2016. – № 2 (22). – S. 16–25.
6. Kolesnikov S.I. Jekologicheskie funkicii pochv i vlijanie na nih zagrzaznenija tjazhelymi

- metallami // Pochvovedenie. – 2002. – № 3. – S. 22–28.
7. Jelementnyj analiz pochv s ih predvaritel'noj destrukciej himicheskimi metodami / A.G. Kornilova, T.Z. Lygina, A.A. Shinkarev [i dr.] // Vestn. Kazan. tehnol. un-ta. – 2011. – № 4. – S. 108–112.
8. *Krupkin P.I.* Puti racional'nogo ispol'zovanija pochv, zagriznennyh ftorom // Agrohimiya. – 2005. – № 3. – S. 78–87.
9. *Motuzova G.V.* Jekologicheskij monitoring pochv. – M.: Gaudeamus, 2007. – S. 93–99.
10. *Tandelov Ju.P.* Ftor v sisteme pochva-rastenie. – M.: Izd-vo MGU, 2004.



УДК 581.174

*С.С. Алиева, С.М. Аббасова,
Е.Дж. Сулейманова*

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭКОСИСТЕМНОГО ПОТОКА CO₂
В РАСТИТЕЛЬНЫХ ПОЛЯХ НА МАССУ ВЫРАЩЕННОЙ БИОМАССЫ В АКВАМОДЕЛИ FAO**

*S.S. Alieva, S.M. Abbasova,
E.Dzh. Suleymanova*

**THE RESEARCH OF INFLUENCE OF ECOSYSTEM STREAM OF CO₂ IN VEGETABLE FIELDS
ON THE MASS OF THE BIOMASS GROWN-UP IN AKWA MODEL OF FAO**

Алиева С.С. – асп. Института космических исследований природных ресурсов Национального аэрокосмического агентства Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: sevdaaliyeva06.01@gmail.com

Аббасова С.М. – диссертант, ст. преп. каф. инженерного приборостроения Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: abbasova.s.85@mail.ru

Сулейманова Е.Дж. – диссертант Национального аэрокосмического агентства Азербайджана, Азербайджанская Республика, г. Баку. E-mail: suleymanova.egana@rambler.ru

Alieva S.S. – Post-Graduate Student, Institute for Aerospace Research of Natural Resources, National Aerospace Agency of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: sevdaaliyeva06.01@gmail.com

Abbasova S.M. – Cand. for a Degree, Asst, Chair of Engineering Instrument Making, Azerbaijan State Oil and Industrial University, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: abbasova .s.85@mail.ru

Suleymanova E.Dzh. – Cand. for a Degree, National Space Agency of Azerbaijan, Azerbaijan Republic, Baku. E-mail: suleymanova.egana@rambler.ru

Процесс испарения (транспирации) растений происходит на протяжении всей их жизни растений днем и ночью. В течение дня растения как поглощают CO₂ для фотосинтеза, так и высвобождают его посредством испарения. Следует отметить, что роль CO₂ в развитии растений наиболее полно проявляется в процессе производства биомассы. Специфика влияния атмосферной концентрации CO₂ на рост растений заключается в том, что между верхним слоем земли и нижним сло-

ем тропосферы всегда существуют потоки CO₂. В зоне растительности эти потоки обусловлены такими факторами, как микробиальная активность в земле, вдыхание растениями CO₂ в дневное время для фотосинтеза, генерация растениями CO₂ и O₂ днем а также CO₂ в ночное время. Цель исследований – построение модели, позволяющей осуществить обработку результатов измерения концентрации CO₂ в непосредственной близости зоны посадки растений путем исключения