

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет  
имени И. Т. Трубилина»

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет  
имени М. В. Ломоносова»

# АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ

Сборник научных трудов  
по материалам Международной научной  
экологической конференции  
24–26 марта 2020 года

Составитель Л. С. Новопольцева  
Под редакцией И. С. Белюченко

Краснодар  
КубГАУ  
2020

**УДК 504.06(06)**  
**ББК 20.1**  
**A25**

**Редакционная коллегия:**

председатель – А. И. Трубилин,  
ответственный за выпуск – И. С. Белюченко,  
составитель – Л. С. Новопольцева

**A25      Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития :**  
сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч. экол. конф. / сост.  
Л. С. Новопольцева; под ред. И. С. Белюченко. – Краснодар : КубГАУ,  
2020 – 594 с.

**ISBN 978-5-907294-64-6**

В сборнике материалов Международной научной экологической конференции «Аграрные ландшафты, их устойчивость и особенности развития» представлены сообщения учёных и специалистов-экологов по проблемам устойчивости и оптимизации агроландшафтов. Рассматриваются различные направления от повышения плодородия почв и продуктивности отраслей сельского хозяйства до экологизации агроландшафтов путём создания и восстановления лесополос и совмещённых посевов, новых экологических ниш и повышения разнообразия биоты. Затрагиваются также проблемы утилизации и совершенствования способов детоксикации различных отходов, в частности с целью создания на их основе питательных органоминеральных компостов, и рекультивации нарушенных земель. Уделяется внимание инновационным технологиям мониторинга загрязнения почв, воздуха и воды.

Предназначен исследователям в сфере органического земледелия, эффективной утилизации отходов и улучшения состояния окружающей среды.

**УДК 504.06(06)**  
**ББК 20.1**

**ISBN 978-5-907294-64-6**

© Коллектив авторов, 2020  
© ФГБОУ ВО «Кубанский  
государственный аграрный  
университет имени  
И. Т. Трубилина», 2020

# Международная научная экологическая конференция

## АГРАРНЫЕ ЛАНДШАФТЫ, ИХ УСТОЙЧИВОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ

24–26 марта 2020 г.

### ОРГКОМИТЕТ

**Трубилин Александр Иванович** – ректор Кубанского государственного аграрного университета, доктор экономических наук, профессор; председатель оргкомитета

**Кощаев Андрей Георгиевич** – проректор по научной работе Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

**Шеуджен Асхад Хазретович** – профессор, доктор биологических наук, академик РАН; заместитель председателя оргкомитета

**Белюченко Иван Степанович** – заведующий кафедрой общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор биологических наук, профессор; заместитель председателя оргкомитета

**Смагин Андрей Валентинович** – профессор кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения Московского государственного университета имени М. В. Ломоносова, доктор биологических наук, заместитель председателя оргкомитета

**Радионов Алексей Иванович** – декан агрономического факультета и факультета экологии Кубанского государственного аграрного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Онипченко Владимир Гертрудович** – заведующий кафедрой геоботаники биологического факультета МГУ; доктор биологических наук, профессор

**Романенков Владимир Аркадьевич** – заведующий кафедрой агрохимии факультета почвоведения МГУ; доктор биологических наук, профессор РАН

**Касимов Александр Меджитович** – академик УЭАН, доктор технических наук, профессор, Центр (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), Украина, Харьков, заместитель председателя оргкомитета

**Гукалов Владимир Николаевич** – глава администрации Ленинградского района Краснодарского края, доктор сельскохозяйственных наук, заместитель председателя оргкомитета

**Корунчикова Валентина Васильевна** – доцент кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета, кандидат биологических наук

**Выходцева Наталья Александровна** – начальник отдела по связям с общественностью Кубанского государственного аграрного университета

**Новопольцева Людмила Степановна** – ведущий специалист кафедры общей биологии и экологии Кубанского государственного аграрного университета.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белюченко И. С. Развитие и устойчивость аграрных ландшафтов в степной зоне Краснодарского края / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018 – С. 217–234.
2. Белюченко И. С. Многофазная дисперсная система из различных отходов – основа для сложного компоста / И. С. Белюченко // Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности: Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2018. – С. 248–261.
3. Белюченко И. С. Антропогенное изменение почвенного покрова в процессе развития аграрных ландшафтов / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 52–64.
4. Белюченко И. С. Сложный компост и рекультивация чернозема обыкновенного в системе агроландшафта / И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 2. – С. 82–89.
5. Теучеж А. А. Роль фосфора в развитии живых организмов / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 50–53.
6. Теучеж А. А. Химический состав различных видов навоза / А. А. Теучеж // Эколог. Вестник Сев. Кавказа. – 2018. – Т. 14. – № 1. – С. 54–58.
7. Теучеж А. А. История создания лесозащитных полос в Краснодарском крае и их состояние / А. А. Теучеж, И. С. Белюченко // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 3. С. 37–41.
8. Теучеж А. А. Содержание подвижного фосфора в почвах лесополос. / А. А. Теучеж // Экол. Вестник Сев. Кавказа. – 2019. – Т. 15. – № 4. – С. 23–28.
9. Теучеж А. А. Создание условий устойчивого развития и функционирования системы защитных лесных насаждений в Краснодарском крае / А. А. Теучеж // Отходы, причины их образования и перспективы использования : Материалы междунар. научн. эколог. конф. – 2019. С. 644 –648.

УДК 504.054+631.42+581.5

## БИОГЕОХИМИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АГРАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Сомов Всеволод Владимирович, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», кандидат географических наук, Россия, г. Санкт-Петербург, vomas\_v\_v@mail.ru.**

**Опекунова Марина Германовна, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор географических наук, профессор, Россия, г. Санкт-Петербург, m.opekunova@mail.ru.**

**Опекунов Анатолий Юрьевич, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», доктор геолого-минералогических наук, профессор, Россия, г. Санкт-Петербург, a\_opekunov@mail.ru.**

**Кукушкин Степан Юрьевич, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет», кандидат географических наук, Россия, г. Санкт-Петербург, stepic@yandex.ru.**

На основе результатов комплексных геоэкологических исследований природных территориальных комплексов Башкирского Зауралья, проводившихся в окрестностях г. Сибай (Республика Башкортостан) в течение 20 лет, предложен комплекс наблюдений, нацеленный на контроль аэроального загрязнения аграрных ландшафтов горнорудными предприятиями. Предлагаемый подход базируется на ежегодном отборе и изучении образцов депонирующих сред: снежного покрова, почв, донных осадков, укосов биомассы и индикаторных видов растений.

**Ключевые слова:** горнорудное производство, тяжелые металлы, степные ландшафты, почвы, донные осадки, индикаторные виды растений.

# BIOGEOCHEMICAL APPROACH TO STUDYING OF AEROTECHNOGENIC POLLUTION OF AGRICULTURAL LANDSCAPES IN THE IMPACT ZONE OF MINING ENTERPRISES

Somov V. V., Opekunova M. G., Opekunov A. Y., Kukushkin S. Y.

Authors propose an approach to control of agricultural landscapes aerial pollution by mining enterprises. The approach is based on long-term (20 years) environmental research of natural territorial complexes in the Bashkirian Transurals in the vicinity of Sibay (Bashkortostan Republic, Russia). It relies on studying and sampling of geographical components capable of accumulating pollutants: snow cover, soils, bottom sediments, above-ground phytomass, shoots of indicator plant species.

*Key words:* mining, heavy metals, steppe landscapes, soils, bottom sediments, indicator species of plants.

В области распространения черноземных почв добыча твердых полезных ископаемых часто сочетается с сельскохозяйственным производством. В таких местах нередко отсутствует постоянная сеть наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, поэтому существует проблема контроля и мониторинга аэрохимического загрязнения прилегающих аграрных ландшафтов. Одним из примеров служит г. Сибай (Республика Башкортостан), вокруг которого осуществляется сельскохозяйственное производство и где добываются и обогащаются руды Сибайского медно-цинкового месторождения. Основными поллютантами при разработке месторождения выступают рудные и сопутствующие металлы и металлоиды – Cu, Zn, Cd, As, Sb, Pb. В настоящее время посты наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в Сибае отсутствуют [3]. Планируемая к размещению в городе автоматизированная станция контроля состояния атмосферного воздуха [1] не решает проблемы оценки загрязнения прилегающих сельскохозяйственных угодий.

На основании результатов комплексных геоэкологических исследований, проводимых в окрестностях г. Сибай в течение 20 лет [4-7], предлагается подход, являющийся альтернативой сети пунктов регулярных наблюдений за состоянием атмосферного воздуха. В основу его положено изучение образцов депонирующих сред – почвы, донных осадков озер, растительного и снежного покрова, отбор которых должен осуществляться ежегодно.

На изучаемой территории предлагается выделить наземные и аквальные пробные площадки (ПП) 20×25 м с учетом расстояния от источников загрязнения, розы ветров, положения в рельефе, растительных сообществ, свойств почв, видов и интенсивности антропогенного воздействия. Отбор образцов почв, донных осадков и растений необходимо проводить летом, в период максимальной вегетационной активности растений, в короткие сроки; отбор образцов снега (согласно РД 52.04.186-89) – в период максимальной мощности снежного покрова. Виды образцов и определяемые показатели представлены в таблице 1.

Преимуществами данного подхода являются возможность обеспечить большой территориальный охват и высокое пространственное разрешение, получение сведений о содержании и накоплении поллютантов, связанных с горнорудным производством, в географических компонентах. Такой комплекс отличается умеренными затратами на проведение полевых и аналитических работ, возможностью ретроспективного изучения процесса загрязнения на основе изучения колонок донных осадков [4].

При использовании разработанного подхода необходимо учесть следующие особенности.

1. Проблема определения нормы содержания химических веществ. Использование санитарно-гигиенических нормативов (ПДК, ОДК) для рудных районов может оказаться некорректным по причине повышенных естественных содержаний рудных и сопутствующих элементов. При отсутствии фонового содержания веществ в качестве нормы для почв может рассматриваться содержание элемента в почвообразующей породе, а для донных осадков – в донно-индустриальном слое отложений. Для нивелирования неоднородности профиля почв/осадков содержания элементов могут нормироваться по консервативному показателю, в качестве которого зачастую используется содержание Sc, Zr, Ti, Al [2]. В качестве нормы также может применяться содержание элемента на ПП, принятой в качестве условного фона.

Таблица 1 – Комплекс исследований аэротехногенного загрязнения

Вид проб	Показатели и частота определения
Почва	
Поверхностные (0-10 см)	Валовое содержание металлов (ежегодно); рН (ежегодно);
Средняя часть гумусового горизонта	Гранулометрический состав (однократно); Содержание органического углерода (раз в несколько лет); Запас металлов в гумусовом горизонте (г/га; ежегодно).
Донные осадки	
Поверхностный слой	Валовое содержание металлов (ежегодно); рН и Eh (ежегодно).
Подповерхностные горизонты (раз в несколько лет)	Валовое содержание металлов (при каждом отборе); рН и Eh (при каждом отборе); Содержание органического углерода (однократно).
Растительный покров	
Побеги индикаторных видов	Содержание металлов (мг/кг сухого вещества; ежегодно).
Общие укосы	Содержание металлов (мг/кг сухого вещества; ежегодно); Запасы металлов (г/га; ежегодно).
Снежный покров	
Снег	Содержание металлов в суглинистой воде (ежегодно); Содержание металлов в твердой фазе аэрозолей (ежегодно); рН (ежегодно); Содержание сульфат-иона (ежегодно); Минерализация (ежегодно); Пылевая нагрузка (ежегодно);

2. Проблема потока химических элементов в изучаемых средах: параллельно с привнесением изучаемых элементов в компоненты природных территориальных комплексов (ПТК) осуществляется их вынос. На основании результатов многолетних исследований [4–7] можно утверждать, что для степных ПТК Башкирского Зауралья характерна низкая миграционная способность изученных металлов в почвах и донных осадках. Большая часть Cu, Zn, Cd, Pb, аэроально поступающих в ПТК, накапливается в поверхностной части темногумусового горизонта почв на глубине до 10–15 см (рисунок 1). Это приводит к усилиению латеральной миграции металлов в ряду сопряжений и их аккумуляции в почвах или донных осадках подчиненных фаций. Последнее нужно принимать во внимание при выборе расположения ПП.

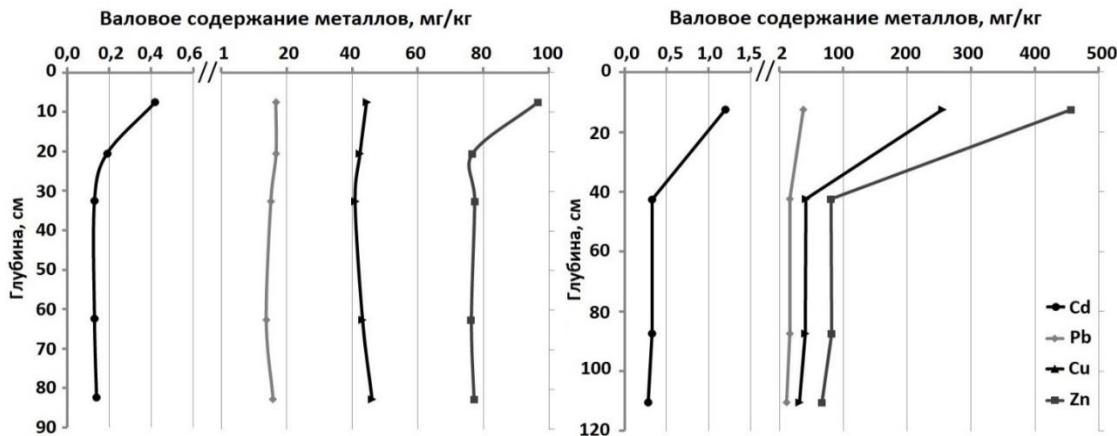


Рисунок 1 – Изменение валового содержания металлов в почве с глубиной. Слева – фоновая территория (п. Туркменево), справа – загрязненная территория (п. Калининское)

В отличие от почв и донных осадков, растения регулируют поступление химических элементов в живые ткани и их выведение. Тем не менее доказана возможность использования содержания металлов в побегах отдельных видов (*Artemisia austriaca* Jack., *Veronica incana* L., *Thymus marschallianus* Willd., *Salvia stepposa* Shost. и др.) как индикатора их содержания и подвижности в почве [5, 7]. Кроме того, изучение запасов металлов в почве разумно дополнить изучением запасов в укосах фитомассы.

3. Сезонные особенности наблюдений в рамках предложенного подхода. Снег – среда, позволяющая однозначно выделить аэральный поступление поллютанта за зимний период конкретного года. Для окрестностей г. Сибай характерен устойчивый снежный покров; образцы, отобранные в период максимальной мощности покрова, отражают поступление поллютантов приблизительно за 4 месяца. Результаты можно экстраполировать на весь год с учетом колебаний поступления и аэрального переноса поллютантов. Следует отметить, что необходимо определение содержания металлов не только в снеговой воде, но и в твердой фазе аэрозолей (рисунок 2), где оно существенно выше, что связывается с нейтральной и слабощелочной средой, типичной для степных ландшафтов.

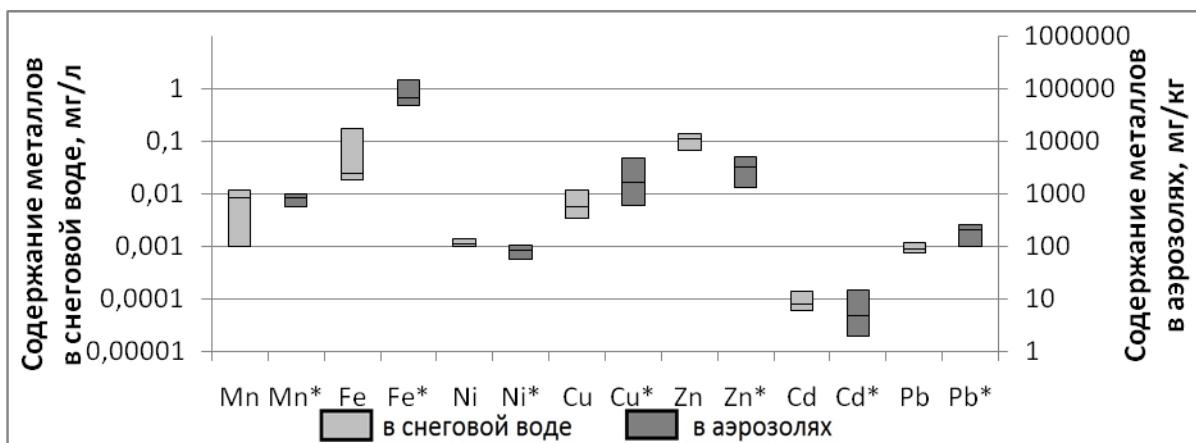


Рисунок 2 – Содержание металлов в снеговой воде и в аэрозолях (\*); минимальное значение, медиана, максимальное значение

Химический состав надземных побегов травянистых растений характеризует содержание подвижных форм металлов в почве за вегетационный период текущего и/или предшествующего года. Изучение колонок донных осадков озер позволяет дополнительно проследить поступление поллютантов в прошлом (в масштабе десятилетий) при условии наличия сведений о скорости осадконакопления.

Таким образом, описанный подход может заменить государственный мониторинг атмосферного воздуха (в случае отсутствии его станций на территории) при оценке аэробиогенного загрязнения аграрных ландшафтов степной зоны в зоне воздействия горнодобывающих предприятий.

*Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 18-05-00217.*

## ЛИТЕРАТУРА

1. В Сибае состоялось рабочее совещание по вопросу создания автоматизированной станции контроля загрязнения воздуха / Сайт Министерства природопользования и экологии Республики Башкортостан. Дата обновления: 18.11.2019. URL: <https://ecology.bashkortostan.ru/presscenter/news/237217/> (дата обращения: 23.01.2020).
2. Водяницкий Ю. Н. Загрязнение почв выбросами предприятий цветной металлургии / Ю. Н. Водяницкий, И. О. Плеханова, Е. В. Прокопович, А. Т. Савичев // Почвоведение. – 2011. – № 2. – С. 240–249.
3. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 г. – 276 с.
4. Опекунов А. Ю. Влияние разработки Сибайского месторождения (Южный Урал) на трансформацию потока металлов в подчиненных ландшафтах / А. Ю. Опекунов, М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Е. С. Митрофанова, С. Ю. Кукушкин // Вестн. Моск. ун-та. – Сер. 5. – География, 2018. – № 1. – С. 14–24.
5. Опекунова М. Г. Использование биоиндикационных свойств растительности при оценке трансформации ландшафтов в районе разработки Сибайского медно-колчеданного

месторождения (Южный Урал) / М. Г. Опекунова, А. Ю. Опекунов, Э. Э. Папян, В. В. Сомов // Сибирский экологический журнал. – 2017. – № 3. – С. 350–366.

6. Опекунова М. Г. Загрязнение почв в районе воздействия горнорудных предприятий Башкирского Зауралья / М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Э. Э. Папян // Почвоведение. – 2017. – № 6. – С. 744–758.

7. Опекунова М. Г. Воздействие природных и антропогенных факторов на элементный состав растений Башкирского Зауралья / М. Г. Опекунова, В. В. Сомов, Ю. С. Сокульская, С. Ю. Кукушкин, Л. Ю. Цапарина // Биосфера. – 2015. – Т. 7. – № 2. – С. 181–198.

**УДК502.2.05/504.3.054**

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ООО «СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КОМПАНИЯ «ОКТЯБРЬ»  
НА АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

**Зинченко Игорь Александрович, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, igorek-zinchenko@bk.ru.**

**Францева Татьяна Петровна, кандидат технических наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», Россия, г. Краснодар, tatian-81@mail.ru.**

В работе представлены данные, подтверждающие негативные характер воздействия ООО «Сельскохозяйственная компания «Октябрь» на растительные сообщества, являющиеся индикатором загрязнения атмосферного воздуха; также произведено уточнение санитарно-защитной зоны и предложен план мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферу.

**Ключевые слова:** сельское хозяйство, загрязнение атмосферы, продуктивность, инвентаризация зеленых насаждений, мониторинг, санитарно-защитная зона.

**ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT LLC  
"AGRICULTURAL COMPANY" OCTOBER» ON ATMOSPHERIC AIR**

**Zinchenko I., Frantseva T.**

The paper presents data confirming the negative nature of the impact of LLC "agricultural company "October" on plant communities, which are an indicator of atmospheric air pollution. It also clarifies the sanitary protection zone and proposes a plan of measures to reduce the negative impact on the atmosphere.

**Keywords:** agriculture, atmospheric pollution, productivity, inventory of green spaces, monitoring studies, sanitary protection zone.

Краснодарский край является ведущим аграрным регионом Российской Федерации. Основу производительных сил региона составляют промышленный, сельскохозяйственный, строительный, транспортный, санаторно-курортный комплексы. На долю Краснодарского края приходится 45 % сельскохозяйственной продукции Южного федерального округа и свыше 7 % – России. Кубань также является лидером животноводства. Его совершенствованию способствует естественная кормовая база в предгорьях и на степных равнинах, интенсивное сельское хозяйство и применении технологий для роста поголовья скота [1, 2].

Новый импульс развития отрасль животноводства получила с началом реализации в Краснодарском крае приоритетного национального проекта «Развитие АПК». Сельхозпредприятия края активно включились в работу по строительству новых и реконструкции имеющихся животноводческих ферм. Наряду с неоспоримой ролью в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации, сельскохозяйственные предприятия являются источниками загрязнения всех компонентов