

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
**Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.**

Управление Федеральной службы по надзору
в сфере природопользования по Саратовской области

Министерство природных ресурсов и экологии
Саратовской области

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ГОРОДОВ

Сборник научных трудов

Под редакцией д-ра биол. наук, профессора Е.И. Тихомировой

Саратов 2019

УДК 504
Э 40

Э 40 Экологические проблемы промышленных городов: сборник научных трудов по материалам 9-й Международной научно-практической конференции. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2019. 464 с.

Сборник научных статей составлен на основе материалов 9-й Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы промышленных городов», которая проводилась на базе СГТУ имени Гагарина Ю.А. совместно с Управлением Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Саратовской области и Министерством природных ресурсов и экологии Саратовской области.

В сборнике представлены работы, в которых рассматриваются следующие вопросы: экологические, экономические и социальные проблемы загрязнения окружающей среды; экологический мониторинг и прогнозирование состояния антропогенно нарушенных территорий; методы экологической реабилитации, проблемы мониторинга и сохранения биологического разнообразия антропогенно нарушенных и особо охраняемых природных территорий. А также правовые и экономические аспекты экологической политики в сфере утилизации отходов и обеспечения экологической безопасности урбосистем; экологические технологии в строительстве, транспорте, энергетике и водном хозяйстве, экологическое архитектурное планирование и современные информационные технологии в экологических исследованиях урбосистем.

Предназначается для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области экологии.

Редакционная коллегия:

доктор биологических наук, профессор Е.И. Тихомирова (отв. редактор);
PhD in Ecology / Zoology, профессор А.Л. Подольский
кандидат биологических наук, доцент О.В. Абросимова
(зам. отв. редактора)

Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского государственного технического
университета имени Гагарина Ю.А.

ISBN 978-5-7433-3413-1

© Саратовский государственный
технический университет, 2019

Литература

1. Мустафаева З.А., Тальских В.Н. “Состояние биоценозов перифитона, зообентоса и оценка качества воды в водотоках Таш.оазиса” - Материалы республик. научно-практического совещания. Ташкент, 2001. -с.79-81.

2. Тальских В.Н., Беглов Е.О. Влияние климатических факторов на водные экосистемы и меры адаптации. Узгидромет, Бюллетень, Вып. №7, Ташкент, 2008. –с.53-61.

3. Тальских В.Н., Мустафаева З.А., Герасимова О.Д., Абдурахимова А.Н. «Таксономическое разнообразие биоценозов перифитона и зообентоса в водотоках Чаткальского заповедника» - Труды Чаткальского заповедника, Выпуск VI, Ташкент, 2007. -с.111-131.

Z.A. Mustafaeva, U.T. Mirzaev, M.Sh. Atamuratova

Institute of Zoology of AS RUz, Tashkent, Uzbekistan

NFLUENCE OF THE ANTHROPOGENIC IMPACT ON WATER ECOSYSTEMS OF THE TASHKENT OASIS

Annotation. The materials for this article were the results complex of research of the anthropogenic impact on the state of biodiversity of aquatic biocenoses, taxonomic of structure and species composition of the periphyton and zoobenthos communities, water quality and ecological status of the Chirchik and Akhangaran rivers.

Keywords: Chirchik, Akhangaran rivers, periphyton, zoobenthos, water quality, ecological state

**М.Г. Опекунова¹, А.Ю. Опекунов¹, С.Ю. Кукушкин¹, Э.Э. Папян²,
М.М. Ошейко¹**

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия, ² Сибайский институт Башкирского государственного университета, г. Сибай, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ В ГОРОДЕ СИБАЙ (БАШКОРТОСТАН)

Статья посвящена оценке загрязнения тяжелыми металлами (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd, Pb) окружающей среды города Сибай – крупнейшего центра горнорудного производства Башкирского Зауралья. Основное внимание уделено системе почва-растение с использованием тополя *Populus nigra* L. На основе сравнительного анализа химического состава почв и тополя *Populus nigra* L. на фоновых участках и на территории г. Сибай (Башкортостан) установлены биогеохимические индикаторы трансформации потока тяжелых металлов под влиянием объектов горнорудного производства и предприятий инфраструктуры города.

Ключевые слова: загрязнение, тяжелые металлы, система почва-растение, биоиндикация, корка тополя

Город Сибай – крупнейший промышленный центр Башкирского Зауралья, расположен в пределах естественной геохимической аномалии с высоким содержанием Cu, Zn и Cd во всех компонентах ландшафтов. В городе сосредоточены основные объекты горнорудного комплекса – Сибайский и Камаганский карьеры, обогатительная фабрика, отвалы, хвостохранилище, а также предприятия городской инфраструктуры, оказывающие значительное воздействие на окружающую среду и приводящих к антропогенному загрязнению компонентов ландшафтов [2,7].

Возгорание руды в Сибайском карьере осенью 2018 г. резко обострило экологическую обстановку в городе. В результате горения наблюдаются выбросы диоксида серы, оксида углерода и тяжелых металлов (ТМ) в атмосферный воздух. Это приводит к интенсивному загрязнению компонентов ландшафтов, оценить которое можно с помощью сравнения химического состава до и после пожара. В связи с этим особое значение приобретает анализ состояния окружающей среды в городе Сибай и Баймакском районе Башкортостана, проведенный по результатам исследований в предыдущие годы, в том числе, летом 2018 г., накануне возгорания руды (табл.).

Статистические показатели физико-химических параметров почв и корки тополя

Populus nigra L.

Показатель	Fe	Zn	Ni	Cr	Pb	Cd	Cu	Mn	Co	pH	Гумус %	Физический песок, %
Почвы, фоновый профиль*												
Среднее	$\frac{36805}{21}$	$\frac{174}{3,0}$	$\frac{27}{1,3}$	$\frac{54}{<0,5}$	$\frac{15}{2,8}$	$\frac{н/д}{0,2}$	$\frac{83}{2,0}$	$\frac{1096}{77}$	$\frac{20}{0,3}$	6,05	8,1	48,7
Коэффициент вариации(K,%)	$\frac{11}{58}$	$\frac{37}{75}$	$\frac{26}{21}$	$\frac{21}{н/д}$	$\frac{10}{29}$	$\frac{н/д}{13}$	$\frac{32}{28}$	$\frac{20}{26}$	$\frac{14}{89}$	3	21	13
Почвы, город*												
Среднее	$\frac{4979}{19,9}$	$\frac{584}{105}$	$\frac{62}{0,7}$	$\frac{87}{1,1}$	$\frac{71}{7,4}$	$\frac{1,3}{0,4}$	$\frac{263}{7,3}$	$\frac{1069}{176}$	$\frac{21}{0,9}$	7,89	9,4	55,9
Коэффициент вариации (%)	$\frac{11}{62}$	$\frac{58}{104}$	$\frac{37}{102}$	$\frac{15}{54}$	$\frac{51}{60}$	$\frac{53}{78}$	$\frac{48}{82}$	$\frac{22}{66}$	$\frac{11}{60}$	3	46	18
ОДК	-	$\frac{220}{23}$	$\frac{80}{4,0}$	$\frac{=}{6,0}$	$\frac{130}{6,0}$	2,0	$\frac{132}{3,0}$	$\frac{=}{140}$	$\frac{=}{5,0}$	-	-	-
Корка тополя, <i>Populus nigra</i> , фоновый участок, мг/кг сухого вещества											Зольность, %	
	276	87	1,3	1,1	2,37	0,22	14	25	1,2	7,21	9,16	
Корка тополя, <i>Populus nigra</i> , город, мг/кг сухого вещества,												
Среднее	413	165	1,4	0,9	2,93	0,33	30	24	0,7	6,91	10,47	
K, %	56	37	58	69	44	52	105	36	60	11	23	

* - в числителе дано валовое содержание; в знаменателе – подвижные формы ТМ (мг/кг)

Индикаторами загрязнения окружающей среды ТМ являются древесные породы. Под влиянием объектов горнорудного производства и предприятий городской инфраструктуры происходит трансформация потока ТМ, сопровождающаяся изменением физико-химических параметров в системе почва-растение. Основными биогеохимическими индикаторами трансформации потока ТМ в окружающей среде служат величина рН почвенных растворов и биоматериалов, валовое содержание и концентрация подвижных форм Cu, Zn, Cd и Fe в почвах и растительной биомассе, изменение структуры корреляционных связей ТМ, снижение интенсивности биологического поглощения. В связи с этим в мониторинговых исследованиях успешно используются различные виды тополя *Populus sp.* [3, 4 и др.]. Многолетние исследования на территории Башкирского Зауралья свидетельствуют о том, что надежным показателем загрязнения городской среды служит корка тополя *Populus nigra* L. [6].

Проведенные исследования показали (табл.), что на площадках в городе значения рН почв выше фоновых в среднем на 20%. Это хорошо согласуется с представлением о подщелачивающем эффекте городских строений [1, 5]. В условиях нейтральной реакции почвенных растворов большинство ТМ находится в малоподвижном состоянии. Однако увеличение показателя рН до 8,0 и более сопровождается усилением подвижности ТМ в связи с образованием комплексных соединений.

Величина рН корки тополя на фоновой территории выше, чем почвы. На пробных площадках в городе, наоборот, значения рН корки ниже показателя в почве. При сравнении рН и зольности корки тополя выявлена прямая корреляционная зависимость. Связь между значениями рН в корке тополя и почвах с содержанием подвижных форм ТМ не отмечена.

Почвы фоновой территории в пределах рудоносной зоны отличаются повышенным валовым содержанием рудных элементов - Fe, Cu, Zn, Cd (табл.). Концентрация Cu, Fe, Cr, Pb, Co в почвах города Сибай превышает их содержание на фоновой территории. Среднее валовое содержание Zn, Cd и Cu в городских почвах выше значений ОДК.

Биогеохимическим индикатором трансформации потока вещества в системе почва-растение служит содержание подвижных форм ТМ. Как показали проведенные исследования [6], концентрация их очень изменчива как в пространстве, так и во времени. В целом на фоновой территории содержание подвижных форм невелико и составляет 0,5-8% от их валового значения. Почвы г. Сибай характеризуются высоким содержанием подвижных форм Zn, Cu, Co, Mn, Pb, Cr, Cd. Фоновое значение Zn превышено в среднем в 880 раз, Co – в 10, Cu – в 4, Pb и Mn – в 3, Cd и Cr – в 2 раза. Концентрация подвижных форм Zn, Cu, Pb, Mn превышает ПДК.

Корка тополя отличается накоплением большинства изученных ТМ, за исключением Co и Cr (табл.). Так, например, фоновое содержание Cu и Cd в корке тополя превышено в среднем в 2 раза. Наличие загрязнения

связано, в первую очередь, с воздействием объектов горнорудного комплекса, а также обусловлено влиянием ТЭЦ и автотранспорта.

Соотношение подвижных форм ТМ в почве и корке тополя на пробных площадках различается. Содержание Fe, Zn, Ni, Cu в корке тополя выше, чем в почве: в среднем для Fe в 42 раза, Zn и Ni в 2 раза, для Cu в 4 раза. Это указывает на преимущественное поступление металлов в растения из воздушной среды при аэротехногенном загрязнении. В то же время содержание подвижных форм Pb и Mn в почве в 3 и 7 раз больше, чем в корке тополя, что связано с поступлением их из загрязненных почв и индицирует воздействие автотранспорта во времена применения бензина с антидетонационными присадками, содержащими тетраэтилсвинец.

Корреляционный анализ содержания ТМ в корке тополя показал наличие взаимосвязей между Fe-Zn-Mn, Cu-Zn-Mn, также Fe-Ni, Mn-Cd. Концентрация Co в корке тополя ни с одним из металлов значимых связей не образуют. Для подвижных форм ТМ в почве определены две группировки с тесными связями Cd-Pb и Co-Ni. Связь между подвижными формами ТМ в почве и корке тополя отмечена для Fe, Zn и Mn.

Наиболее загрязненным в городе оказался район Строителей, расположенный рядом с карьером. В районе Южный вдоль шоссе отмечены самые высокие концентрации Pb, Cd в корке тополя и Mn в почве, что может быть связано с загрязнением от автотранспорта. В восточной части города выделяется площадка рядом с ТЭЦ, где обнаружено высокое содержание Cd в корке тополя и Cu в почве. Максимальное содержание Cd в корке тополя установлено на площадке в парковой зоне, что может быть вызвано воздействием расположенного вблизи Камаганского карьера. Согласно оценочной шкале опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения, почвы только на одной пробной площадке относятся к умеренно опасной категории загрязнения, на остальных площадках категория загрязнения оценена как чрезвычайно опасная.

Литература

1. Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы. М.: АПР, 2016. 276 с.
2. Ковальский В.В., Кривицкий В.А., Алексеева С.А., Летунова С.В., Опекунова М.Г., Скарлыгина-Уфимцева М.Д., Берман Ш., Илзиль А., Петерсон Н., Жогова Е.П., Рублик Р.Я. Южно-Уральский субрегион биосферы // Труды биогеохимической лаборатории. 1981. Т. 19. С. 3-64.
3. Кулагин А.А., Шагиева Ю.А. Древесные растения и биологическая консервация промышленных загрязнителей. М.: Наука, 2005. 190 с.
4. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений: учеб. пособие. 2-е изд. СПб.: изд-во С.-Петербург. ун-та, 2016. 300 с.
5. Опекунова М. Г., Захарян Л.С., Вокуева О. В., Константинова А.Ф. Экологический мониторинг загрязнения территории Васильевского острова г. Санкт-

Петербурга с использованием тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.). Известия РГО, 2011, Т.143, вып. 2. С. 31-44.

6. Опекунова М.Г., Опекунов А.Ю., Сомов В.В., Папян Э.Э. Использование биоиндикационных свойств растительности при оценке трансформации ландшафтов в районе разработки Сибайского медно-колчеданного месторождения (Южный Урал) / Сибирский экологический журнал, № 3, 2017, с. 350 – 366. DOI 10.15372/SEJ20170312

7. Суяндукоев Я.Т., Семенова И.Н., Зулкарнаев А.Б., Хабилов И.К. Антропогенная трансформация почв города Сибай в зоне влияния предприятий горнорудной промышленности. Академия наук Республики Башкортостан, Институт региональных исследований Республики Башкортостан. Уфа, 2014. 124 с.

M.G. Opekunova¹, A.Yu. Opekunov¹, S.Yu. Kukushkin¹, E.E. Papyan², M.M. Oshejko¹

¹St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia, ²Sibay Institute of Bashkir State University, Sibay city, Russia

BIOGEOCHEMICAL INDICATORS OF TRANSFORMATION OF HEAVY METAL FLOW IN THE SOIL-PLANT SYSTEM IN THE SIBAY CITY (BASHKORTOSTAN)

The article is devoted to the assessment of environmental pollution by heavy metals (Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cd, Pb) in the city of Sibay, the largest center of mining production in the Bashkir Zauralye. The main focus is the soil-plant system using *Populus nigra* L. On the basis of the comparative analysis of the chemical composition of soils and poplar *Populus nigra* L. at background sites and in the territory of Sibay (Bashkortostan), biogeochemical indicators of the transformation of the heavy metals cycle under the influence of mining facilities and city infrastructure enterprises were established.

Keywords: pollution, heavy metals, soil-plant system, bioindication, poplar bark

Исследования проведены при поддержке гранта РФФИ 18-05-00217 «Биогеохимические индикаторы техногенной трансформации потоков тяжелых в ландшафтах»

М. Ю. Опекунова, Ж. В. Атутова

Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Россия

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОЙМЕННО-РУСЛОВЫХ КОМПЛЕКСОВ РЕК ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Акцентируется внимание на выявлении неблагоприятных процессов рельефообразования через установление механизмов трансформаций пойменно-русловых комплексов при различных видах хозяйственного воздействия. Выявлены особенности современных условий функционирования долинных геосистем, подверженных длительному промышленному освоению.

Ключевые слова: пойменно-русловые комплексы, морфодинамические типы русла, типы пойм, антропогенное воздействие, экзогенные процессы, русловые деформации