

МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОДКБ

ПРОБЛЕМЫ
БЕЗОПАСНОСТИ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ



**ЦЕНТР ЭКОЛОГО-НООСФЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАН РА
АРМЯНСКОЕ НАЦИОНАЛЬНОЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВО ИНСТИТУТА
ОРГАНИЗАЦИИ ДОГОВОРА О КОЛЛЕКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
(ИНСТИТУТ ОДКБ В РА)
РОССИЙСКИЙ ЦЕНТР НАУКИ И КУЛЬТУРЫ В ЕРЕВАНЕ**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ГОСУДАРСТВ-ЧЛЕНОВ ОДКБ**

**ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Сборник статей

Ответственный редактор
доктор геолого-минералогических наук, профессор А.К. Сагателян

Ереван
Издательство «Гитутюн» НАН РА
2016

УДК 502/504:06

ББК 20.1

П 781

П 781 **Проблемы безопасности окружающей среды:** Сборник статей. / НАН РА
Центр эколого-ноосферных исследований; Отв. ред.: А.К. Сагателян. – Ер.:
Изд-во «Гитутюн» НАН РА, 2016. – 266 с.

В сборнике опубликованы статьи по материалам международной научной конференции государств-членов Организации договора о коллективной безопасности «Проблемы безопасности окружающей среды», организованной Центром эколого-ноосферных исследований НАН РА, Армянским национальным представительством Института ОДКБ и Российским центром науки и культуры в г. Ереване, состоявшейся в г. Ереване 27-29 сентября 2016 г. В конференции приняли участие ученые из Армении, Российской Федерации, Казахстана, Таджикистана.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов: экологов, биологов, географов, специалистов по мониторингу окружающей среды, представителей природоохранных организаций, а также для студентов и преподавателей высшей школы.

Сборник опубликован по решению Ученого совета Центра эколого-ноосферных исследований НАН РА.

Конференция проведена при финансовой поддержке Государственного Комитета по науке Министерства образования и науки РА.

УДК 502/504:06

ББК 20.1

ISBN 978-5-8080-1228-8

© Коллектив авторов, 2016

© Центр эколого-ноосферных исследований НАН РА, 2016

© Армянское национальное представительство Института ОДКБ, 2016

© Российский центр науки и культуры, 2016

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЕЕ КОНТРОЛЬ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

Шумкина Ю.А.¹, Королев В.А.¹

¹ *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Рассмотрено использование метода биоиндикации для контроля экологической безопасности урбанизированных территорий. Описаны схемы проведения биоиндикационных исследований, а также функциональная структура геоэкологического мониторинга. Приведены данные биоиндикационных исследований в период 2013-2015 гг.

Shumkina Y.A., Korolev V.A. Environmental safety of urban areas and its control by bioindication method. Annotation: using of bioindication method for environmental safety are suggested. Circuit of bioindication investigations and functional structure of the geo-environmental monitoring have been described. Bioindicative data research are given for 2013-2015 years.

ВВЕДЕНИЕ

Одной из главных проблем 21-го века является неблагоприятная экологическая ситуация в мегаполисах. Экологические проблемы урбанизированных территорий связаны с глубоким преобразованием качества окружающей, а также геологической среды, вызванного чрезмерной концентрацией населения, транспорта и промышленных предприятий на сравнительно небольших территориях. Именно поэтому в настоящее время большое внимание уделяется вопросам оценки экологической безопасности мегаполисов, а также их экологическому мониторингу. Объективная оценка экологического состояния городской среды, а также ее мониторинг смогут обеспечить своевременный контроль над экологической безопасностью урбанизированных территорий.

Разработка систем мониторинга окружающей среды является важной частью урбоэкологии. Однако большинство применяемых в настоящее время приемов и методов мониторинга сводятся к количественным оценкам скорости поступления загрязнителей и их накопления в почвах, природных водах, воздухе. Поэтому следует принимать во внимание пространственное разнообразие геохимического фона и учитывать геохимические циклы элементов в экосистемах [5].

Известно, что биота является наиболее чуткой составляющей урбогеосистем. Она быстро реагирует на любые изменения, происходящие в урбогеосистеме. В связи с этим, предлагается использовать метод биоиндикации для контроля экологической безопасности урбанизированных территорий. Биоиндикация позволяет оценивать качество окружающей среды по состоянию ее биоты. Так, например, ответная реакция растительных биоиндикаторов отражает состояние самих биоиндикаторов, а также состояние урбанизированный

территории в целом. Физиологические и биохимические признаки растительных биоиндикаторов позволяют выявить экологические нарушения на ранних стадиях техногенного воздействия на урбогеосистемы [1, 6, 8].

В связи с этим, целью работы являлась разработка методики эколого-геологического мониторинга на основе биоиндикации, с помощью которого можно будет дать объективную оценку эколого-геологического состояния мегаполиса на примере Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) г. Москвы, а также контролировать экологическую безопасность данной территории.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Предлагаемая методика имеет биоцентрическую направленность, так как её ключевым компонентом является растительность, характеризующая биогеохимические и иные изменения урбогеосистем.

Для того, чтобы реализовать предлагаемый вид мониторинга, необходимо разработать его обоснование на основе биоиндикационных исследований. Это обоснование базируется с одной стороны на оценке состояния растения, выбранного в качестве биоиндикатора, а с другой – на оценке состояния компонентов эколого-геологических условий, в частности состояния почв. Состояние растения определялось по флуктуирующей асимметрии листьев – отклонению формы листьев от симметричной. Оценка флуктуирующей асимметрии билатеральных организмов хорошо зарекомендовала себя при определении общего уровня антропогенного воздействия на экосистемы. Традиционные методы, оценивающие химические и физические показатели, не дают комплексного представления о воздействии на биологическую систему, тогда как биоиндикационные показатели отражают реакцию организма на всё многообразие действующих на него факторов, имея при этом биологический смысл.

Поэтому в качестве объекта биоиндикации на территории Московского мегаполиса предлагается использовать тополь бальзамический (*Populus balsamifera*) в силу его устойчивости к химическому загрязнению, высокой встречаемости, а также легко выявляемой билатеральной симметрии его листовых пластин. Кроме этого, необходимо исследовать почвы (непосредственно в месте произрастания исследуемого тополя), как одни из наиболее информативных показателей техногенного загрязнения. Основная часть почвенных загрязнителей (тяжелых металлов, нефтепродуктов и т.п.) поступает в почвы с атмосферными выпадениями и их распределение в почвах можно рассматривать как долговременный индикатор степени экологического благополучия или неблагополучия городских территорий.

Методом биоиндикации удастся оценить степень техногенной трансформации экологических функций литосферы: ресурсной, геохимической, геодинамической и геофизической [7]. Так, например, с помощью биоиндикации на основе оценки флуктуирующей асимметрии листовых пластин можно оценить трансформацию ресурсов биофильного ряда в почвах, которая на

территориях мегаполисов заключается в изменении содержания следующих элементов: N, P, C, R, K, Ca, Mg. Данные элементы являются элементами питания растений. Их повышенное или, наоборот, пониженное содержание в почвах приводит к угнетению растений, нарушению их нормального функционирования. То есть, состояние растения и, в частности, коэффициент симметрии листовых пластин тополя бальзамического, может отражать изменения в содержании элементов биофильного ряда в почвах.

Также на территории мегаполисов отмечается существенная трансформация почвенных ресурсов, заключающаяся в изменении мощности гумусированной части почв, содержания $C_{орг}$, а также изменении реакции почвенной среды pH. На все эти изменения чутко реагируют растения, включая тополь бальзамический, что может также привести к нарушению симметрии его листовых пластин. Также для территории Московского мегаполиса характерно подтопление территорий (изменение уровня грунтовых вод). Сильное повышение уровня грунтовых вод может привести к подгниванию корней растений, что также скажется на величине коэффициента симметрии. Следовательно, в какой-то степени, с помощью биоиндикации можно контролировать уровень подтопления.

Тяжелые металлы (Cu, Pb, Zn, Cd, Hg, Cr и др.), в избытке поступающие из разных источников на урбанизированных территориях сначала попадают в почвы, а затем и в растения. Избыточное накопление тяжелых металлов в растениях вызывает у них токсические эффекты. Проникая в растительные организмы в больших концентрациях, тяжелые металлы подавляют ход метаболических процессов, тормозят развитие, снижают продуктивность. Таким образом, с помощью биоиндикации на основе оценки флуктуирующей асимметрии можно оценить и степень загрязнения почв тяжелыми металлами и оценить трансформацию геохимической экологической функции литосферы.

Биоиндикация урбанизированных территорий для целей мониторинга включает в себя [9]: 1) выбор биотопов с различной техногенной нагрузкой; 2) выбор информативного, характерного для исследуемой территории биоиндикатора; 3) сбор фактического материала (листовых пластин биоиндикатора, почв) с мая по сентябрь (в конце каждого месяца); 4) определение коэффициента симметрии листовых пластин $K_{сим}$ по формуле: $K_{сим} = \sum m_m / \sum m_b$, где $\sum m_m$ – сумма масс меньших половинок листовых пластин, $\sum m_b$ – сумма масс больших половинок листовых пластин.

Затем, определяется элементный состав собранных листовых пластин и образцов почв. После чего определяют коэффициенты корреляции между $K_{сим}$ и содержанием элементов в почвах, что необходимо для подтверждения существования причинно-следственной связи между этими величинами. Элементы, обладающие тесной и весьма тесной прямой или обратной корреляцией с коэффициентом $K_{сим}$ листовых пластин, используются для построения оценочных диаграмм [10, 11] с помощью которых в конечном итоге оценивается состояние эколого-геологических систем на урбанизированной территории.

Для построения оценочных диаграмм необходимо [9]:

1. определить суммарный показатель загрязнения Z_c для почв в каждом исследуемом биотопе;
2. построить графики зависимости $K_{сим}$ от Z_c с градационными уровнями $Z_c=8$, $Z_c=16$, $Z_c=32$ при помощи графиков изменения $K_{сим}$ и Z_c для почв в вегетационном периоде и их последующей аппроксимации;
3. применить полученные графики (оценочные диаграммы) для оценки эколого-геологического состояния изучаемого участка урбогеосистемы.

Таким образом, функциональная структура геоэкологического мониторинга на основе биоиндикации состоит из следующих этапов и изображена на рис. 1 [1, 2, 3]:

- 1) определяется система пунктов получения информации (СПИНФ) – пункты наблюдения: участок, район или территория мегаполиса, испытывающая различную степень техногенной нагрузки, включая полное ее отсутствие;
- 2) в каждом пункте проводится ежемесячный сбор с мая по сентябрь листовых пластин биоиндикатора;
- 3) по собранным листьям определяется $K_{сим}$;
- 4) с использованием оценочных диаграмм и найденных значений $K_{сим}$ ежемесячно проводится оценка состояния ЭГУ изучаемой территории: экологическая норма, экологический риск или экологический кризис;
- 5) на основе полученных данных и их динамики во времени, а также опираясь на прогнозную модель (например, модель временных рядов) прогнозируются возможные изменения эколого-геологических условий территории исследования;
- 6) вырабатываются рекомендации и управляющие решения по снижению техногенного воздействия на эколого-геологические системы;
- 7) затем позиции 2-6 циклически повторяются во времени.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На практике нами были проведены биоиндикационные исследования по предложенной методике в 2013, 2014, 2015 гг. На территории Юго-Восточного административного округа Москвы исследовали 5 биотопов с различной техногенной нагрузкой: территории парков (Печатники, Кузьминки-Люблино), жилых микрорайонов, территории общего назначения (спортивный комплекс АЗЛК), автомобильные дороги (Волгоградский проспект), промышленные районы (завод Автофрамос, ЛЛМЗ). Согласно данной методике в 2013

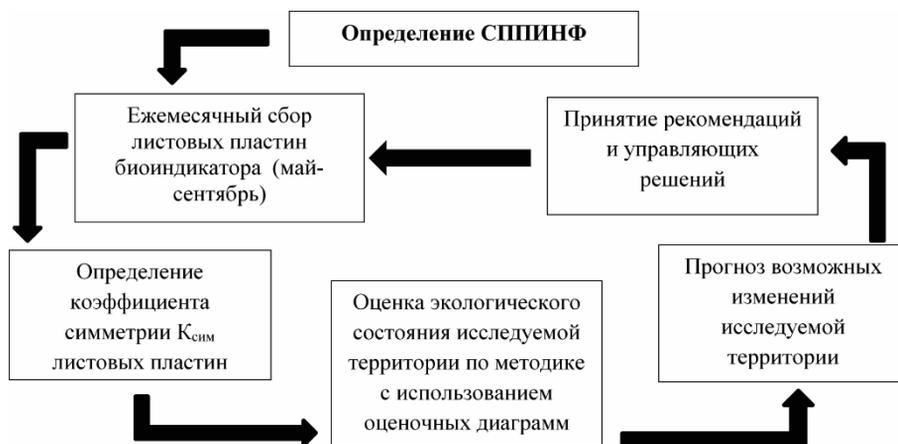


Рис. 1 Графическая схема реализации геоэкологического мониторинга на основе биоиндикации.

году было обработано 210 листовых пластин для расчета коэффициентов симметрии $K_{сим}$. Наибольшие значения $K_{сим}$ (что свидетельствует о благоприятной ситуации) были зафиксированы в рекреационной зоне (парк Печатники, $K_{сим}=95\%$), наименьшие (что свидетельствует о неблагоприятной ситуации) – в промышленном районе завода Автофрамос (бывший АЗЛК, $K_{сим}=76\%$). Аналогично, в 2014 и 2015 году было обработано около 400 листовых пластин. Наибольшие полученные значения $K_{сим}$ также зафиксированы в рекреационной зоне ($K_{сим}=95\%$, 98% в 2014 и 2015 гг. соответственно), наименьшие – в промышленном районе ($K_{сим}=80\%$, 85% в 2014 и 2015 гг. соответственно). По значению $K_{сим}$ в 2013-2015 годах все исследованные биотопы можно расположить в следующем порядке: парки > территории общего назначения > жилые микрорайоны > автомобильные дороги > промышленные районы.

По собранным данным были построены 5 типов оценочных диаграмм для каждого изучаемого биотопа. В дополнение, были построены и проанализированы для сравнения оценочные диаграммы с использованием методики геоэкологической биоиндикации георисков, предложенной И.И. Косиновой и др. (2012) [4]. Согласно анализу с использованием полученных оценочных диаграмм, эколого-геологическое состояние исследуемой территории в 2013-2014 гг. соответствовало экологической норме и экологическому риску с умеренно опасным и опасным содержанием токсичных элементов. Ни в одном пункте наблюдения состояния экологического кризиса зафиксировано не было. Оценочные диаграммы, составленные и обоснованные двумя методами, дают весьма схожую комплексную оценку эколого-геологического состояния городской среды, что позволяет проводить надежный биоиндикационный мониторинг урбогеосистем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенная схема реализации биоиндикации может успешно применяться для целей мониторинга, к тому же позволяет получать постоянно обновляемую информацию об эколого-геологическом состоянии любой урбогеосистемы. Используя метод биоиндикации для определения эколого-геологического состояния территории, можно также контролировать экологическую безопасность урбанизированной территории.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ашихмина Т.Я.* 2006. Экологический мониторинг: Учебно-методическое пособие. Издание 3-е / Под ред. Т.Я. Ашихминой. М.: Академический Проект, с. 48-52.
2. *Королёв В.А.* 1995. Мониторинг геологической среды // под ред. В. Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 272 с.;
3. *Королёв В.А.* 2007. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем: Учебное пособие // под ред. В. Т. Трофимова. М.: КДУ, 416 с.
13. *Косинова И.И., Базарский О.В., Козинцев С.Н.* 2012. Методика геоэкологической биоиндикации георисков техногенно-трансформированных территорий // Геориск, №3, с. 22-25.
4. *Курбатова А.С.* 2004. Экологические решения в Московском мегаполисе / Отв. ред. Н.С. Касимов. - Смоленск: Маджента, 574 с.
5. *Опекунова М.Г.* 2004. Биоиндикация загрязнений. СПб: Изд-во Санкт-Петербургского университета, с. 8-40; с. 218-225.
6. *Трофимов В.Т., Зилинг Д.Г., Барабошкина Т.А., Жигалин А.Д., Харьковина М.А.* 2006. Трансформация экологических функций литосферы в эпоху техногенеза: уч. пособие. – М.: Ноосфера, 720 с.
7. *Уфимцева М.Д., Терехина Н.В.* 2005. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга. СПб.: Наука, 339 с.
8. *Шумкина Ю.А., Королёв В.А.* 2015. Биоиндикационный мониторинг природно-технических систем урбанизированных территории // Сергеевские чтения. Инженерно-геологические и геоэкологические проблемы городских агломераций. Материалы годичной сессии РАН по проблемам геоэкологии, инженерной геологии и гидрогеологии, вып. 17. М.: РУДН, с. 522-526.
9. *Шумкина Ю.А.* 2013. К методике применения биоиндикации в системе экологического мониторинга городских агломераций // Биодиагностика в экологической оценке почв и сопредельных сред: Тезисы докладов Международной конференции, с. 247;
15. *Шумкина Ю.А.* 2013. Методика определения коэффициента симметрии для целей биоиндикации на городских территориях // Экологическая геология: теория, практика и региональные проблемы, (Молодые в науке): Материалы третьей научно-практической конференции. – Воронеж: Цифровая полиграфия, с. 170.