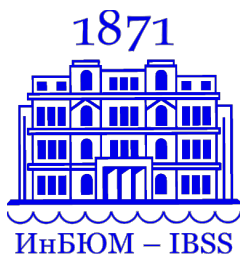


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН»
Карадагская научная станция имени Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН
Научно-исследовательский центр геоматики
Севастопольское городское отделение Русского географического общества



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ: ТЕОРИЯ, МЕТОДОЛОГИЯ, ПРАКТИКА

Всероссийская научная конференция,
посвященная 30-летию Карадагского ландшафтно-экологического
стационара

25–29 сентября 2023 г.,
г. Феодосия, пгт Курортное

Севастополь
ФИЦ ИнБЮМ
2023

комплексы переходят в антропогенные при саморазвитии под влиянием природных процессов (обрушение, снос). Производные модификации на периферии антропогенных геосистем могут восстановиться до условно-коренного состояния. После прекращения добычи объекты горнодобывающей промышленности должны быть рекультивированы и могут быть преобразованы в рекреационные, что приведет к вовлечению подобных объектов в туристскую инфраструктуру региона.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ НА ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА БИДУП-НУЙБА, ВЬЕТНАМ

**Фам К.Н.¹, Лебедев Я.О.¹, Дрыгваль А.В.¹, Горбунов Р.В.^{1,2,3},
Горбунова Т.Ю.^{1,2,3}, Кузнецов А.Н.^{2,3}, Кузнецова С.П.^{2,3}, Нгуен Д.Х.²**

¹ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН»,
Севастополь, Россия

²Совместный Российско-Вьетнамский Тропический научно-исследовательский и технологический
центр, Ханой, Вьетнам

³ФГБУН «Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН», Москва, Россия
nhung5782@yahoo.com

Всё более востребованным становится изучение техногенного загрязнения почв тяжёлыми металлами. Такие исследования актуальны и для современного Вьетнама. Большинство работ по данной тематике рассматривают в качестве объекта исследования земли сельскохозяйственного назначения, территории в промышленных зонах или городах. Однако, исследований, посвящённых изучению загрязнения лесных почв крайне мало, особенно в районах заповедников. Вероятно, это связано с тем, что такие территории считаются «чистыми» априори. И всё же, результаты тех немногочисленных исследований, которые проводились, доказывают, что и эта тема представляет значительный интерес. Особое внимание стоит уделить изучению загрязнения почвенного покрова тяжёлыми металлами, а именно их подвижным формам. Подвижные формы тяжелых металлов легко усваиваются растениями и тем самым легко включаются в трофические цепи. Целью работы является оценка эколого-геохимического состояния почвенного покрова (по уровню концентраций подвижных форм тяжелых металлов в почвенном покрове) на территории Национального парка Бидуп Нуйба (Южный Вьетнам).

Для достижения поставленной цели мы использовали следующие общепринятые методики проведения исследований. Отбор и подготовка проб велись в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84. Точки отбора проб размещались с учётом розы ветров и особенностей микрорельефа. Определение тяжелых металлов в отобранных почвенных пробах проводили с помощью масс-спектрометра с индуктивно связанной плазмой PlasmaQuant MS Elite S-NR:11-6000ST043 в научно-образовательном центре коллективного пользования «Спектрометрия и хроматография» ФГБУН ФИЦ «Институт биологии Южных морей им. А.О. Ковалевского РАН».

На территории Национального парка Бидуп Нуйба было отобрано 13 проб почв в разные сезоны года: сухой и влажный. Во всех пробах определена концентрация подвижных форм As, Hg, Cr, Zn, Cd, Pb, Cu. Мы проанализировали некоторые химические показатели, связанные с подвижностью и адсорбционной способностью тяжелых металлов в почве. Кислотность почвенного раствора меняется от кислой до слабощелочной (рН 4,2–7,8). Кислотность почвенных растворов снижается от органогенных к минеральным

горизонтам. Это соответствует природным условиям (тропический лес) и объясняется подкисляющим воздействием растительного опада. Ниже приводятся краткие результаты аналитических исследований. При сравнении с вьетнамской ПДК выявлено, что содержание кадмия во всех точках превышает нормы.

Мышьяк – подвижная форма определена во всех пробах. Подвижные формы мышьяка также определены во всех пробах в концентрации в сезон дождей и сухой сезон от 0,02 до 0,36 мг/кг и от 0,06 до 0,21 мг/кг соответственно.

Кадмий – подвижные формы кадмия не обнаружены в одной точке (T2 A₁) в сезон дождей, в остальных точках присутствует кадмий. Концентрация кадмия определена в следующих пределах: $0,004 \div 0,67$ мг/кг и $0,18 \div 0,25$ мг/кг соответственно в сезон дождей и сухой сезон. ПДК для подвижных форм кадмия не установлен, приводится по литературным данным (0,5 мг/кг). Коэффициент опасности изменяется в пределах от 0,00 до 1,34 в сезон сухой с средним значением 0,08, а во влажный сезон изменяется от 0,36 до 0,50 со средним значением 0,43. Превышение ПДК обнаружено во четырех пробах в сухом сезоне: T2 A₁, T4 A, T4 AB, T5 A₁.

Медь – концентрация подвижной формы меди определена в пределах $0,13 \div 1,25$ мг/кг и $0,20 \div 0,72$ мг/кг в сухом и влажном сезоне соответственно. Превышение ПДК (3,0 мг/кг) для подвижных форм меди не зафиксировано. Коэффициент опасности изменяется в пределах от 0,08 до 0,22 в сухой сезон со средним значением 0,18, а во влажный сезон изменяется от 0,01 до 0,04 со средним значением 0,13.

Свинец – зафиксировано превышение ПДК (6,0 мг/кг) для подвижных форм свинца в четырех точках: T4 Ad (6,46 мг/кг), T4 A (8,34 мг/кг), T4 AB (13,1 мг/кг) и T5 A₁ (6,52 мг/кг). Концентрация свинца $0,70 \div 8,34$ мг/кг в сухой сезон и $0,42 \div 5,14$ мг/кг во влажный сезон. Коэффициент опасности изменяется в пределах от 0,12 до 2,18 в сезон сухой со средним значением 0,76, а во влажный сезон изменяется от 0,07 до 0,86 со средним значением 0,29.

Цинк – подвижные формы цинка в концентрации определены в пределах $1,07 \div 100,97$ мг/кг и $1,34 \div 9,24$ мг/кг в сухой сезоны и влажный соответственно. Отметим, что зафиксировано превышение ПДК (23 мг/кг) в трех точках T2 A₁ (28,32 мг/кг), T4 Ad (81,55 мг/кг) и T4 AB (100,97 мг/кг) в сухой сезон. Коэффициент опасности изменяется в пределах от 0,05 до 4,39 в сезон сухой со средним значением 0,98, а во влажный сезон изменяется от 0,06 до 0,40 со средним значением 0,16.

Ртуть – подвижная форма определена во всех пробах. Подвижные формы ртути также обнаружены во всех пробах в концентрации от 0,0002 до 0,14 мг/кг во влажных сезон и от 0,001 до 0,004 мг/кг в сухой сезон. ПДК для подвижных форм ртути не установлен.

Хром – в подвижной форме концентрация хрома определена в пределах $1,64 \div 3,78$ мг/кг и $0,366 \div 3,86$ мг/кг в сухой и влажный сезоны соответственно. Превышение ПДК (6,0 мг/кг) для подвижных форм хрома не зафиксировано. Коэффициент опасности изменяется в пределах от 0,27 до 0,63 в сезон сухой со средним значением 0,34, а во влажный сезон изменяется от 0,06 до 0,64 со средним значением 0,17.

Геохимический ряд для подвижных форм тяжелых металлов на территории Национального парка Биудп Нуйба выглядит следующим образом: $Zn > Pb > Cr > Cu > Cd > As > Hg$ (по средней концентрации) и в сухом сезоне и в дождевом сезоне и $Zn > Pb > Cr > Cu > Cd$ в сухом сезоне, а в дождевом сезоне $Cd > Pb > Cr > Cu > Zn$ (по превышению над нормативными показателями).

При анализе полученных лабораторных исследований видно, что определяемые элементы можно разделить на две группы: первая – Cd, Pb, Zn, в этой группе в пробах

зафиксировано превышение над ПДК; вторая – Cr, Cu, в этой группе не зафиксировано превышений над ПДК. ПДК для As и Hg не установлено, поэтому мы не можем их оценивать.

Рассмотрение геохимических особенностей нахождения подвижных форм тяжелых металлов в почвах Национального парка Бидуп Нуйба позволяет нам сделать несколько основных выводов: в пределах исследуемой территории установлено повсеместное превышение предельно допустимых концентраций подвижных форм для Cd, Pb и Zn в сухом сезоне не во всех пробах. Содержание тяжелых металлов в почвах исследуемой территории сильно отличается в зависимости от сезона. После сезона дождей содержание тяжёлых металлов меньше, чем в период после сухого сезона, благодаря большому количеству дождя в районе.

Исследование выполнено в рамках гос. задания ФИЦ ИнБЮМ № 121040100327-3, а также в рамках НИР Тропического центра ЭКОЛАН Э-1.2, раздел «Изучение особенностей структуры и функционирования равнинных и низкогорных лесных экосистем Центрального и Южного Вьетнама (Контюранг, Мада, Каттхьен, Йокдон, Бузампан)».

ИЗУЧЕНИЕ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ГЕОКОМПЛЕКСОВ НИЗШЕГО РАНГА НЕСТАЦИОНАРНЫМИ ФЕНОЛОГИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Скок Н.В., Иванова Ю.Р., Юровских А.М.

*ФГБОУ ВО «Уральский государственный педагогический университет», Екатеринбург, Россия
skok-nv-gbf@mail.ru, miss.nocentra@list.ru, an.m.evd@mail.ru*

В настоящее время фенологические методы имеют большое значение для ландшафтных исследований. Полученные показатели являются индикаторами сезонной динамики геокомплексов и позволяют оценить их фенологическое состояние. Для исследования геокомплексов низшего ранга наиболее эффективными являются нестационарные методы, разработанные В.А. Батмановым. Благодаря их применению можно получить количественные характеристики состояния растительности в геокомплексах, не используя специальных приборов.

Для проведения исследований были выбраны два нестационарных фенологических метода – описательный интегральный и метод суммированных (комплексных) фенологических характеристик (СФХ). Метод СФХ, предложенный В.А. Батмановым, относится к группе первичных описательных. Он был детально разработан и апробирован Е.Ю. Терентьевой в восточных предгорьях Среднего Урала, О.В. Янцер в среднегорьях Северного Урала и Н.В. Скок, Ю.Р. Ивановой и А.М. Юровских в низкогорьях Среднего Урала (Иванова, Скок, Евдокимова, 2018). Сущность этого метода заключается в оценке фенологического состояния каждого вида геокомплекса согласно стандартам вегетативного и генеративного циклов развития растительности. Стандарт представляет собой ряд фенофаз, последовательно сменяющих друг друга, для вегетативного цикла он состоит из 8 фенофаз, а для генеративного – из 9. Процент видов растений, находящийся в определенной фенофазе в день обследования, является суммированной фенологической характеристикой, а средний фенологический коэффициент всей площадки со средней квадратической ошибкой – комплексным фенологическим показателем. Главное преимущество метода заключается в единстве методики наблюдения для разных видов и жизненных форм растений. При нескольких посещениях геокомплекса в течение сезона, можно