

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА И КАДМИЯ В ПОЧВАХ/ГРУНТАХ УНИВЕРСИТЕТСКОГО ГОРОДКА БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Кухлевский Е.А., Киндеев А.Л., Карпиченко А.А.

*Белорусский государственный университет,
г. Минск, Республика Беларусь
kjhlevskiegor@gmail.com*

В статье рассмотрено распределение валовых форм свинца и кадмия в верхнем слое почв и грунтов на территории университетского городка Белорусского государственного университета. Проведено детальное картографирование, анализ факторов накопления и распределения данных элементов, рассмотрена динамика изменения содержания исследуемых тяжелых металлов.

Ключевые слова: геохимия, техногенез, почвы, грунты, свинец, кадмий, тяжелые металлы.

Введение. Городские территории испытывают интенсивное техногенное воздействие, что оказывает влияние различные компоненты урболандшафтов и, в конечном итоге, на здоровье населения городов [1]. Такие элементы как свинец и кадмий относятся к категории особо токсичных для человека. Свинец оказывает негативное влияние на нервную систему человека, а кадмий, уже при низких концентрациях, приводит к почечной и лёгочной недостаточности, анемии и тому подобным заболеваниям. Исходя из этого, изучение накопления данных элементов в почвах и грунтах, которые являются депонирующей средой из воздуха и атмосферных осадков, является важным как в научном, так и прикладном значении.

Материалы и методы исследований. Для целей данного исследования с изучаемой территории были отобраны пробы ($n=26$) почв и грунтов с глубины 0-15 см (точки пробоотбора отображены на прилагаемых картограммах). В дальнейшем проводились химико-аналитические работы в НИЛ радиохимии химического факультета БГУ. Пробы просушивались до воздушно-сухого состояния и в последующем просеивались через сито с диаметром отверстий 1 мм. Для исследования содержания данных элементов отбиралась навеска почвогрунтов массой 5 г. После этого образцы озолялись в муфельной печи при температуре 450°C на протяжении 6 часов для удаления органических компонент. Полученные образцы растирались в агатовой ступке до состояния пудры. После этого пробы переносились в стеклоуглеродные тигли, где проводилось экстрагирование свинца и кадмия в смеси концентрированных HF и HNO₃ в пропорции 1:1. Пробы кипятились в экстрагирующей смеси кислот до максимальной степени их растворения (около 1 часа). Полученные экстракты фильтровались через фильтр «синяя лента» для удаления нерастворимого остатка. Фильтраты выпаривались до «влажных солей» на плитке и растворялись в 0,5 М HCl. Анализ содержания металлов проводился методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с помощью установки ZEEnit 700 от компании Analytik Jena в племени ацетилен-воздух. Полученные результаты обрабатывались при помощи программного обеспечения MS Excel, картографирование осуществлялось в среде ArcGIS.

Результаты и их обсуждение. Исходя из проведенного исследования были получены данные, которые сравнивались с фоновыми значениями [2] и дифференцированными нормативами содержания химических веществ в почвах [3].

Кадмий (Cd). Содержание данного элемента на исследуемой территории варьирует в пределах от 0,15 до 0,64 мг/кг. Среднее содержание кадмия в почвогрунтах составляет 0,32 мг/кг, а медиана составляет 0,29 соответственно, что меньше фоновых концентраций, однако в 8 пробах выявлено превышение фона (рисунок 1). Для элемента установлена высокая вариабельность (коэффициент вариации (V) составил 37,6%) и правосторонняя асимметрия ($Kas=0,99$), что может указывать на наличие техногенного влияния на накопление элемента.

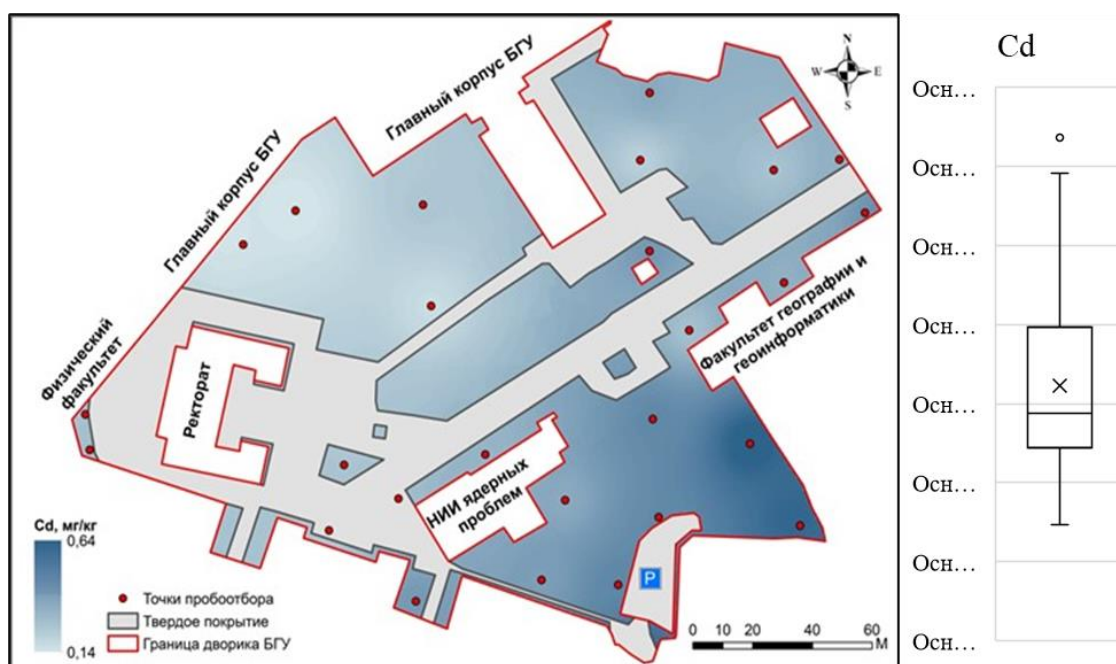


Рисунок 1 – Распределение и размах варьирования Cd в почвогрунтах университетского городка БГУ, мг/кг

Как видно на рисунке 1 наибольшие значения концентрации характерны для территории между корпусом факультета географии и геоинформатики и НИИ ядерных проблем, где формируются статистические выбросы. Данная аномалия сформирована в виду наличия парковки для автотранспорта и, весьма вероятно, попаданием дорожной пыли с близлежащих улиц Ленинградской и Бобруйской. В городской среде аномалии содержания кадмия формируются преимущественно под действием автотранспорта при его выбросах с выхлопными газами и в процессе износа шин. При этом уровень загрязнения меньше, чем установлен для низкой степени загрязнения для супесчаных почв (1,50-7,50 мг/кг) в пределах общественно-деловых зон населенных пунктов [3]. По данным исследования, проведенного при участии авторов в 2000 году [4], среднее содержание элемента на данной территории составляло 0,17 мг/кг, что почти в два раза меньше современного.

Свинец (Pb). Концентрации элемента находятся в пределах от 4,3 до 41,45 мг/кг. Среднее содержание составляет 16,1 мг/кг, а медианное 12,41 мг/кг соответственно. Для свинца наблюдается значимая правосторонняя асимметрия ($Kas=1,27$) и очень высокий размах варьирования ($V=70,1\%$), что указывает на техногенное влияние на процесс формирования данного геохимического поля [5].

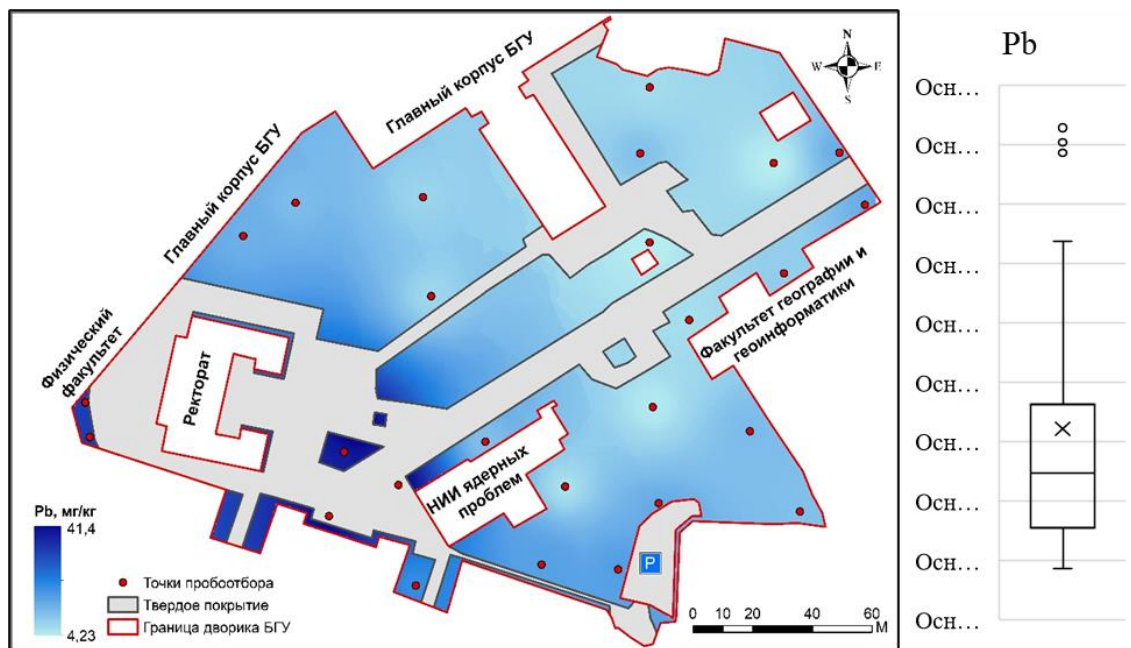


Рисунок 2 – Распределение и размах варьирования Pb в почвогрунтах университетского городка БГУ, мг/кг

В 19 отобранных пробах наблюдается превышение фоновых значений, но превышения нормативных значений (68,5-343 мг/кг) [3] не обнаружено. Данные аномалии расположены между зданиями ректората и НИИ ядерных проблем БГУ, что отчётливо видно на рисунке 2. Точки превышающие ПДК являются статистическими выбросами. Их формирование связано, по всей видимости, с действием автотранспорта внутри университетского городка, так и приносом металлосодержащей пыли с улицы Бобруйской. Свинцовые аномалии в городах формируются преимущественно под действием автотранспорта и, иногда, железнодорожного транспорта. В 2000 году среднее содержание свинца в почвах и грунтах исследуемой территории составляло 19,4 мг/кг [4], что выше современного (16,1 мг/кг). Данная тенденция может быть связана с локальными заменами грунта в ходе строительных работ, что изменяет картину в сторону понижения концентраций так как использование почвогрунтов при строительстве регламентируется законодательством.

Заключение. Таким образом, проведённое исследование показало характер пространственного распределения Pb и Cd на исследуемой территории. В ходе исследования были выявлены участки повышенного накопления данных токсичных элементов, которое не превышало установленные норм для общественно-деловых зон населенных пунктов.

Библиографические ссылки

1. Формирование и оценка экологических рисков урбандолиндов в промышленных городах Беларуси / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счастливая, А.А. Карпиченко, Д.С. Воробьев // Журн. Беларус. гос. ун-та. География. Геология. 2021. № 2. С. 45-62.
2. Петухова Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР. Минск: Наука и техника, 1987. 231 с.
3. ЭкоНП 17.03.01-001-2020 «Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах». Минск, 2020. 15 с.
4. Геоэкологическая оценка урбанизированных территорий (на примере учебных и жилых зон БГУ) / В.В. Райский, А.А. Карпиченко, О.В. Райская, Н.В. Гагина // Вестн. Беларус. гос. ун-та. Сер. 2: Химия. Биология. География. 2002. № 2. С. 49-54.
5. Тюлькова Е.Г., Карпиченко А.А. Эколого-геохимическая оценка условий развития и адаптация древесных растений к техногенному воздействию (на примере г. Гомеля) // Природные ресурсы. 2020. № 2. С. 70-77.