



государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ГОСУДАРСТВЕННОЙ СЛУЖБЫ  
при ПРЕЗИДЕНТЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»**  
Новгородский филиал

## **СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ**

Всероссийской с международным участием научно-практической  
конференции

## **НАУКА МОЛОДЫХ: ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**



**Дни науки – 2021 год**  
**Новгородский филиал РАНХиГС**  
**(12-16 апреля 2021 года)**

Великий Новгород

2021

**ВВК 95**

**Д 54**

Сборник материалов Всероссийской с международным участием научно-практической конференции «Наука молодых: вызовы и перспективы» // Великий Новгород, Новгородский филиал РАНХиГС, 2021. - 427 с.

Сборник статей по материалам Всероссийской с международным участием научно-практической конференции преподавателей, магистрантов и студентов «Наука молодых: вызовы и перспективы» которая проводится в рамках мероприятий «Дни науки – 2021 год» Новгородского филиала РАНХиГС и затрагивает широкий круг теоретических и прикладных вопросов в разных сферах общественной жизни.

Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов.

Материалы размещены в сборнике в авторской правке.

Составители: С.Г.Давыдова, О.Е.Артамонова

© Коллектив авторов

© Новгородский филиал РАНХиГС

Степанова Анна Анатольевна - кандидат географических наук, доцент, НовГУ им. Ярослава Мудрого. E-mail: novgeo@mail.ru

**УДК 550.42**

Карпиченко А.А., Кухлевский Е.А.

## **ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ ГОРОДА МИНСКА**

*Аннотация:* В статье рассмотрены особенности накопления и структура распределения тяжелых металлов в почвах (грунтах) города Минска. Проведен анализ содержания валовых форм исследуемых элементов в г. Минске. Рассмотрено влияние техногенной нагрузки на почвенно-грунтовый покров, гидрологические и гидрогеологические объекты города. Сделаны выводы об перспективности пространственного направления увеличения столицы страны и перемещении ряда производств.

*Ключевые слова:* тяжелые металлы, геохимия техногенеза, загрязнение почв, техногенез, гидрогеохимия, Минск, Беларусь.

Изучение территории столицы страны, в том числе и с эколого-геохимической точки зрения, представляет собой национальный интерес, так как именно здесь проживает около двух миллионов человек, при этом тенденции к росту населения и площади города сохраняются. С этими целями сотрудниками научно-исследовательской лабораторией экологии ландшафтов Белорусского государственного университета был проведен выборочный отбор проб почв и грунтов на территории города при участии авторов. Пробы анализировались на валовое содержание ряда тяжелых металлов: Cu, Zn, Pb, Ni, Mn, Cr.

**Медь.** Распределение меди в почвах г. Минска отличается крайней неоднородностью. Наименьшее содержания металла наблюдается на территории бывшего военного полигона на юго-востоке Минска (3 мг/кг), а максимальное выявлено в районе улиц Одоевского и Бельского (75,3 и 60,7 мг/кг). Наиболее часто встречаются значения содержания в пределах от 7 до 19 мг/кг. Учитывая аномальное варьирование (коэффициент вариации (V)

105,21 %) и существенное отклонение от нормального распределения (рис. 1), можно говорить о техногенном пути обогащения почв и грунтов медью. Медианное содержание (9,57 мг/кг) заметно ниже фоновых значений (13 мг/кг) [1]. В 28,8 % отобранных проб содержание меди выше фона и 3,8 % выше ПДК [2].

**Цинк.** Концентрации данного металла колеблются в пределах от 22,9 до 212,7 мг/кг. Очень высокое варьирование ( $V=65\%$ ) и большая разница между минимальным и максимальным значением, вместе с существенным отклонением от нормального распределения, указывает на наличие явного техногенного накопления Zn. Среднее содержание цинка (66,2 мг/кг) и медиана (51,4 мг/кг) превышают среднее содержание в почвах страны (35 мг/кг), однако медиана ниже ПДК для песчаных и супесчаных почв (55 мг/кг), как и ОДК для суглинистых и глинистых, кислых почв (110 мг/кг). В 85,7 % проб содержание выше фонового значения. Всё это свидетельствует об активном техногенном накоплении данного металла, которое наблюдается на большей части исследуемой территории г. Минска.

**Свинец.** Концентрации свинца колеблются в пределах от 3,26 до 68,2 мг/кг. Варьирование содержания близко к аномальному ( $V=94\%$ ), также наблюдается существенное правостороннее отклонение от нормального распределения. Наиболее часто встречаются значения содержания в пределах от 16,2 до 26 мг/кг. Исходя из гистограммы распределения, накопление свинца неоднородно, с хорошо выраженной асимметрией, которая указывает на наличие техногенного накопления данного токсичного металла. Среднее содержание свинца (17 мг/кг) превышает среднее содержание в почвах страны (12 мг/кг), однако медиана ниже фона (10 мг/кг). В 49 % проб содержание выше фонового значения и 13,7 % проб выше ПДК, что указывает на накопление данного металла в зонах интенсивной эмиссии, в основном обусловленной выбросами автотранспорта.

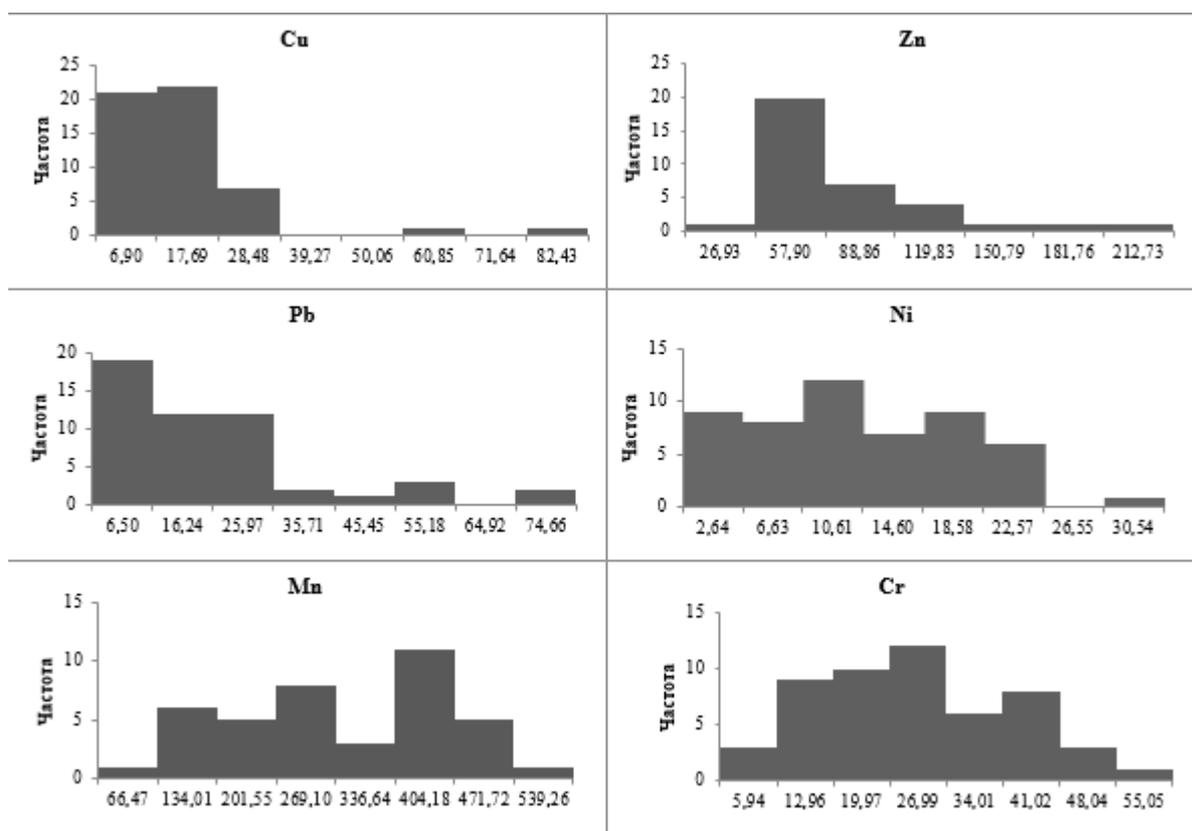


Рисунок 1 - Гистограммы распределения Cu, Zn, Pb, Ni, Mn, Cr, мг/кг

**Никель.** Содержание никеля в почве города варьируется от 1,3 до 28 мг/кг. Размах варьирования очень высок ( $V=65\%$ ), однако характер распределения близок к нормальному по показателям асимметрии и эксцесса, но гистограмма распределения указывает на двухмодальное распределение, которое может определяться как влиянием техногенеза, так и исходным различием в содержании Ni в супесчаных и суглинистых почвообразующих породах. Наиболее часто встречаются значения содержания в пределах от 6,6 до 10,6 мг/кг, что ниже фона и ПДК/ОДК (20 мг/кг для песчаных и супесчаных почв, 40 мг/кг для кислых суглинков), превышения гигиенических показателей не установлено. Исходя из этого можно сделать вывод о слабом накоплении никеля в почвах исследуемой территории в целом.

**Марганец.** Концентрации марганца колеблются в пределах от 65,4 до 492,4 мг/кг. Размах варьирования высокий ( $V=43,3\%$ ). Распределение близко к нормальному по показателям асимметрии и эксцесса, при этом наблюдается

незначительная левосторонняя асимметрия ( $K_{as}=-0,18$ ). Однако гистограмма распределения указывает на трехмодальное распределение, в значительной мере определяемое неоднородностью генезиса и гранулометрического состава почвообразующих пород. В 57,5 % проб содержание марганца выше фона, превышения ПДК не установлены. Из этого всего следует, что наблюдается слабое техногенное обогащение почв и грунтов данным элементом, но опасности для здоровья населения не представляет.

**Хром.** Содержание хрома варьируется в пределах от 4,9 до 52 мг/кг. Варьирование значений содержания высокое ( $V=51,2\%$ ). Распределение близко к нормальному по показателям асимметрии и эксцесса. Но необходимо отметить, что гистограмма распределения имеет две моды, в значительной мере это определяется неоднородностью генезиса и гранулометрического состава почвообразующих пород. Только в 15 % проб наблюдается превышение регионального кларка, превышения ПДК не установлены. Исходя из этого видно, что хром слабо накапливается техногенным путем.

Установлена достоверная средняя прямая линейной корреляция ( $r_{0,95}=0,59$ ) между содержанием Ni и Cr. Данное обстоятельство может указывать на возможность парагенного накопления Ni и Cr в результате техногенеза, а также является следствием того, что содержание данных металлов зависит от литохимических особенностей почвообразующих пород.

В целом наблюдается накопление Ni, Pb, Cu и Zn в центральных и промышленных частях города, где техногенное воздействие максимально, в результате чего наблюдается адсорбция ТМ гидроксидами железа, абсорбция катионов ТМ в межпакетном пространстве глинистых минералов и так далее [3].

С точки зрения городского планирования, наиболее перспективными для застройки являются территории бывшего военного полигона, где геохимическое техногенное влияние минимально. Данное различие между производственными зонами и данной территорией показывают какова сила влияния города на окружающую среду [4]. В силу данных обстоятельств

ставится вопрос об вынесении наиболее сильных источников поллютантов (машиностроительных предприятий) за пределы города и соответствующей рекультивации техногенно загрязненных земель. Влияние данных предприятий также простирается на гидрологические объекты города. Наиболее сильно выделяется содержание кадмия, концентрации которого в почвах водоохраных зон гидрологических объектов города в 1,2 раза выше, чем в среднем по городу [5]. Также в городе осуществляется добыча подземных вод артезианскими скважинами, которые оборудованы на днепровско-сожском водно-ледниковом водоносном горизонте. Данный горизонт имеет гидравлические связи с поверхностными водами, что приводит к ухудшению качества вод и, как следствие, увеличению затрат на водоподготовительные мероприятия. Загрязнители также могут проникать в водоносные горизонты в процессе фильтрации поверхностных вод.

#### ***Библиография/References:***

1. Петухова Н.Н. Геохимия почв Белорусской ССР. Минск: Наука и техника, 1987. 231 с.
2. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве. Гигиенические нормативы 2.1.7.12-1-2004. Минск, 2004. 18 с.
3. White W.M. (ed.). Encyclopedia of Geochemistry: A Comprehensive Reference Source on the Chemistry of the Earth. Springer International Publishing, 2018. 1574 p.
4. 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.
5. Городская среда: геоэкологические аспекты / В.С. Хомич [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2013. 281 с.

#### ***Об авторах***

Карпиченко Александр Александрович – кандидат географических наук, доцент, Белорусский государственный университет, Республика Беларусь, г. Минск. E-mail: karpi@bsu.by

Кухлевский Егор Александрович – студент, Белорусский государственный университет, Республика Беларусь, г. Минск. E-mail: kuhlenskiegor@gmail.com