

ТОКСИЧНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В ПОЧВАХ Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.Г. Кудрявцева

Научные руководители: доцент Н.А. Осипова, профессор Н.В. Барановская
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Город Междуреченск – один из центров угледобычи в Кемеровской области. Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом приводит к возникновению различных экологических проблем.

Почвенный покров – важнейшее природное образование, которое выполняет целый ряд функций, стабилизирующих экологическое состояние в регионах и в результате на всей планете [1].

В 2015 г. на всей территории г. Междуреченска [6] и в 2018 г. в Притомском районе г. Междуреченска было отобрано 30 и 23 пробы почвы соответственно. Карта отбора проб почв в 2018 г. приведена на рисунке 1. Методом инструментального нейтронно-активационного анализа было определено содержание в пробах 28 химических элементов.

Целью настоящей работы, как продолжение ранее проведенных исследований, явилось установление токсичности почв и выявление взаимосвязи между элементным составом почв и их токсичностью.

Методика эксперимента. Для определения токсичности почв была использована методика [5]. Согласно [5], в качестве показателя токсичности рассматривался критерий «Токсичность кратности разбавления» (ТКР). Из отобранных ранее 23 проб токсичность была определена в 10 пробах, в которых содержание Zn, Fe, Sb, Ba, Hg, As выше кларковых содержаний.

Расчёт Кларка концентрации производится по формуле 1 [4]:

$$K = \frac{C}{K_{зк}}, \quad (1)$$

где K – Кларк концентрации, C – содержание элемента в пробе, мг/кг; $K_{зк}$ – кларк элемента в земной коре мг/кг [2].

По расчетам кларков концентраций были построены геохимические ряды ассоциаций.

Расчёт суммарного показателя загрязнения проводится по формуле 2 [3]:

$$Z_{снз} = \sum K - (n-1), \quad (2)$$

где K – Кларк концентрации, n – количество элементов, принимаемых в расчете (n равняется количеству чисел, кларк концентрации которых больше 1).

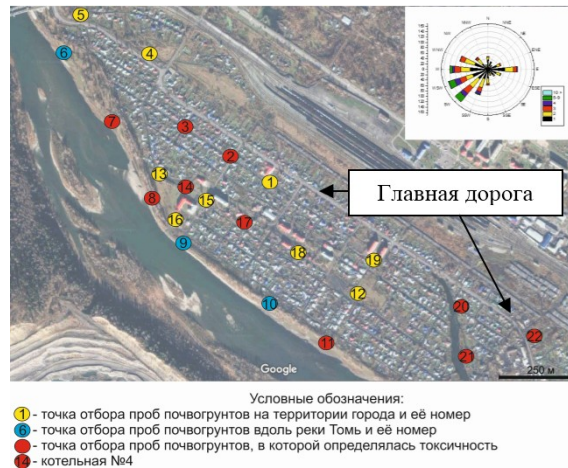


Рис. 1 Карта отбора проб почв на территории г. Междуреченска

С использованием инструментов Excel рассчитывался коэффициент парной корреляции r .

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 приведены рассчитанные показатели токсичности. Пробы, для которых показатель ТКР попадает в диапазон 1-1,5, характеризуются как нетоксичные, пробы со значениями ТКР 1,5-3,5 оцениваются как слаботоксичные. Пробы со значениями ТКР в интервалах 3,6-6,5 и 6,6-18 относятся к среднетоксичным и токсичным (таблица).

Среднюю токсичность по методу изменения оптической плотности культуры водоросли хлорелла имеют пробы, отобранные возле котельной (КМ17, КМ 8ф, КМ 14), а также проба, отобранная возле перекрестка (КМ 3) (рисунок 1). Токсичной пробой является проба, отобранная в точке КМ 22, которая расположена вблизи интенсивного движения автотранспорта. Пробы КМ 20, КМ 21, КМ 11 могут быть отнесены к V классу опасности на основании методики [5]. Пробы КМ22, КМ17, КМ8ф, КМ3, КМ14, КМ7ф, КМ2 отнесены к IV класс опасности.

Таблица

Показатель токсичности кратности разбавления и класс опасности для проб почв г. Междуреченска

№ пробы	Токсичность пробы	Класс опасности	Токсичность кратности разбавления	№ пробы	Токсичность пробы	Класс опасности	Токсичность кратности разбавления
22	Токсичная	IV	17,5	7 ф	Слаботоксичная	IV	1,93
17	Среднетоксичная	IV	6,42	2	Нетоксичная	IV	1,4
8 ф	Среднетоксичная	IV	5,57	20	Нетоксичная	V	1
3	Среднетоксичная	IV	4,04	21	Нетоксичная	V	1
14	Среднетоксичная	IV	3,84	11	Нетоксичная	V	1

На рисунке 2 приведено сопоставление токсичности с геохимическими характеристиками почв: суммарным показателем загрязнения и кларками концентраций. Кларки концентраций для каждого элемента – нижний индекс в геохимических рядах.

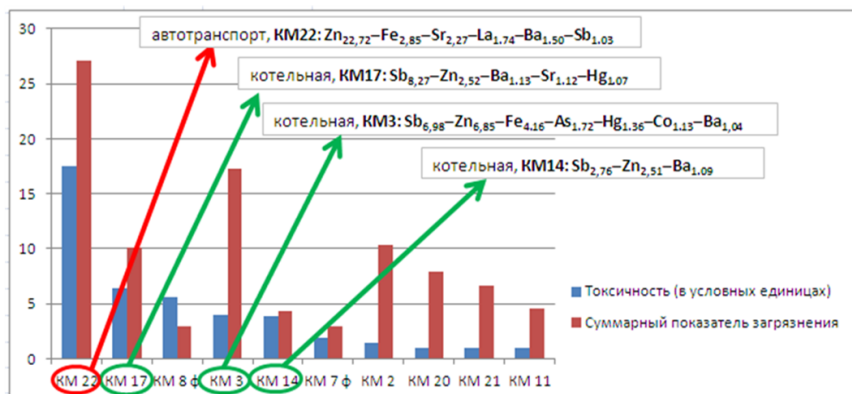


Рис. 2 Динамика изменения токсичности (в единицах ТКР, по методу [5]) и суммарного показателя загрязнения почв г. Междуреченска

Значение коэффициента парной корреляции составило 0,79. По значению данного коэффициента судят о тесноте взаимосвязи между определяемыми величинами, в частности между показателем токсичности и суммарным показателем загрязнения. Чем ближе данное значение к 1 или -1 (прямая или обратная пропорциональная связь соответственно), тем связь сильнее. Таким образом, в данном случае, между показателем токсичности и суммарным показателем загрязнения имеются статистически значимые и достоверные связи.

Токсичными пробами являются пробы, отобранные в районе интенсивного движения автотранспорта, среднюю токсичность имеют пробы, отобранные рядом с котельной. В пробах, отобранных недалеко от автотрассы, проявляется цинк (как результат истирания шин), а в пробах в районе котельных – сурьма (возможно, как компонент углей). Значимые корреляционные связи между токсичностью проб и СПЗ, а также лидирующие позиции сурьмы и цинка в геохимических рядах позволяют предположить, что именно с этими элементами может быть связана токсичность почв.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А

Литература

1. Андроханов В.А. Мониторинг почвенного покрова и рациональное использование земельных ресурсов в районах угледобычи // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2014. – № 2. – С. 126 – 130.
2. Григорьев Н.А. Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры / Н.А. Григорьев. – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.
3. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. Утверждены Главным государственным санитарным врачом СССР 15 мая 1990 г. N 5174-90.
4. Оценка среднего содержания химических элементов в верхней части континентальной земной коры: методические указания к выполнению лабораторной работы №1 по дисциплине "Учение о геохимии и геохимических циклах" для студентов очного и заочного обучения по направлению 022000 «Экология и природопользование», профиль «Геоэкология». – Томск, 2006. – 8 с.
5. ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04 Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления.
6. Полякова Ю.А. Эколого-геохимическое исследование почв индустриальных районов Кузбасса // Проблемы геологии и освоения недр: Труды XXII Международного симпозиума имени академика М. А. Усова студентов и молодых ученых. – Томск, 2018. – Т.2. – С. 836 – 838.