

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЙ В ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКОМ  
РАЙОНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИЙ**

**А.А. Исупова**

Научный руководитель профессор Н.В. Барановская

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Современные урбанизированные территории являются одним из главных объектов исследования взаимодействия окружающей среды и общества, в которых функционально переплетаются разнообразные экологические проблемы.

Достаточно объективным методом оценки антропогенного воздействия на окружающую среду выступает эколого-геохимическое районирование территории, которое в дальнейшем может быть использовано для прогнозирования и моделирования возможных трансформаций под воздействием как природных, так и техногенных процессов.

Само районирование имеет свое начало с А.П. Виноградова, изучавшего области на поверхности планеты, которые отличаются по содержанию химических соединений, с которыми связаны различные биологические реакции со стороны животных и растительности. Данные области советский геохимик назвал биогеохимическими провинциями, их образование связано с присутствием рудных аномалий, особенностями почвообразующих пород и почвообразовательного процесса. Вследствие недостатка микроэлементов или же, наоборот, избытка, на данных территориях могут отмечаться нарушения нормального обмена веществ у растений, животных и человека, что в дальнейшем может привести к развитию специфических заболеваний - биогеохимической эндемии [1].

Непосредственно районированием территории занялся В.В. Ковальский, который разделил территорию бывшего Советского Союза на следующие биогеохимические зоны:

- 1) таежно-лесную нечерноземную;
- 2) лесостепную и степную черноземную;
- 3) сухостепную, полупустынную и пустынную;
- 4) горную.

Данные провинции, как правило, плавно переходят одна в другую, но порой они имеют резкие границы. Также данным ученым были выделены геохимические провинции, богатые различными химическими элементами: никелем, свинцом, медью и другими [2].

Труды первой в истории биогеохимической лаборатории «БИОГЕЛ» способствовали значительному развитию метода, основателем лаборатории является В.И. Вернадский, а руководителями в разное время были А.П. Виноградов, В.В. Ковальский, В.В. Ермаков. В стенах учреждения заложены экспериментальные, методические, а также теоретические основы биогеохимического направления (Виноградов, 1932, 1935; Ткалич, 1959; Войнар, 1960; Bowen, 1966; Боуэн, Гиббонс, 1968; Бала, Лившиц, 1973; Ковальский, 1974; Глазовские, 1982, 1988; Кист, 1987; Кабата-Пендиас и Пендиас, 1989; Саенко, 1992; Иванов, 1997; и другие).

Примечательно, что основы биогеохимического картирования, районирования и нормирования были разработаны непосредственно руководителем лаборатории - В.В. Ковальским [3].

Развитие районирования связано и с советским геохимиком А.П. Солововым, которым в 1985 году был выпущен справочник по геохимическим методам поиска месторождений полезных ископаемых, в справочнике приводится предложенный Б.Б. Польшовым расчет коэффициента биологического поглощения элементов  $A_x$ , данный коэффициент показывает интенсивность поглощения растениями элементов из почвы:

$$A_x = \frac{C_x}{P_x} \quad (1)$$

где  $C_x$  – содержание химического элемента в золе растений,  $P_x$  – содержание химического элемента в почве или породе.

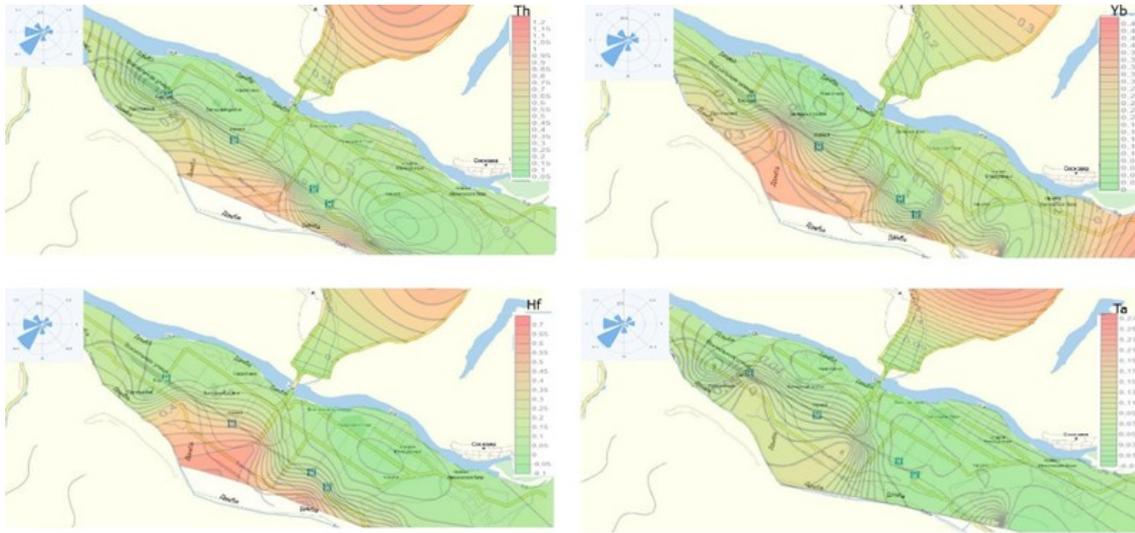
В справочнике также рассмотрены геохимические аномалии - замкнутый объем  $V$ , в пределах которого численные значения геохимического поля во всех точках равны или больше заданной величине  $C_a$ ; приведен биогеохимический метод поиска, основанный на исследовании химического состава живого вещества (преимущественно растений), с последующим биогеохимическим районированием территорий месторождений полезных ископаемых [4].

Довольно значимый вклад в развитие биогеохимического метода поиска внесла американский геолог Helen L. Cannon, которой принадлежит открытие сульфидных месторождений на Севере Греции данным методом, в своей работе она показала, что существует прямая связь между содержанием металлов в золе растений и содержанием металлов в почвах минерализованного субстрата [5].

Эколого-геохимическое районирование территории можно рассмотреть на примере угледобывающего города Междуреченска, который находится на юге Кемеровской области. Для исследования брались листья тополя черного (*Populus nigra*), произрастающие на 4 функциональных зонах: территория Западного и Восточного районов, Северного промрайона, а также территория поселков Сыркаши и Усинский. С юга и севера город обрамляют угольные предприятия – шахты, разрезы, обогатительные фабрики. Всего для исследования было отобрано 22 пробы листьев тополя.

Анализ полученных проб был проведен методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на исследовательском ядерном реакторе Национального исследовательского Томского политехнического

университета в ядерно-геохимической лаборатории под руководством с.н.с. А.Ф. Судыко, в итоге были получены концентрации двадцати восьми химических элементов. По полученным данным с использованием программного обеспечения «Surfer» были построены карты эколого-геохимического районирования территории города Междуреченска (рисунок). По полученным картам можно проследить, где происходит концентрирование химических элементов, в данном случае отчетливо прослеживаются повышенные ореолы Th, Yb, Hf, Ta в южной части (южная часть территории Западного и Восточного районов), где расположены разрезы, обогатительная фабрика и северной (Северный промрайон), с шахтами, разрезами и обогатительной фабрикой. Вероятно, повышенные концентрации характерны для элементов, которые входят в органической и неорганических формах в состав угля, добыча, сгорание и обогащение которого происходят на части предприятий, находящихся на территории города.



**Рис. Схема распределения химических элементов Th, Yb, Hf, Ta золы листьев тополя черного (*Populus nigra*) на территории г. Междуреченска**

Таким образом, эколого-геохимическое районирование выступает довольно объективным методом оценки антропогенного воздействия на природную среду, метод способствует изучению механизма перераспределения элементов в различных ландшафтах, им выделяются не только природные, но и техногенные аномалии, что было показано на примере города с развитой угольной промышленностью.

#### Литература

1. Ермаков В.В. Концепция биогеохимических провинций А.П. Виноградова и ее развитие // Геохимия. – 2017. – № 10. – С. 875 – 890.
2. Ковальский В.В. Биогеохимические провинции СССР и методы их изучения // Труды биогеохимической лаборатории. – 1960. – Т. 11. – С. 8 – 32.
3. Современные тенденции развития биогеохимии [Электронный ресурс]. URL: [https://istina.msu.ru/media/publications/book/2ee/b1f/25595328/Sovremennyye\\_tendentsii\\_razvitiya\\_biogehimii\\_iOIF\\_JLD.pdf](https://istina.msu.ru/media/publications/book/2ee/b1f/25595328/Sovremennyye_tendentsii_razvitiya_biogehimii_iOIF_JLD.pdf) (дата обращения 05.01.2020).
4. Соловов А.П. Геохимические методы поисков месторождений полезных ископаемых / А.П. Соловов. – М.: Недра, 1985. – 294 с.
5. Geobotany-biogeochemistry for mineral exploration of sulphide deposits in northern Greece – Heavy metal accumulation by *Rumex acetosella* L. and *Minuartia verna* (L.) Hiern [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0375674283900729> (дата обращения 11.12.2019).