

REFERENCES

1. Gel'fand I.M., Levitan B.M., *Ob opredelenii differencial'nogo uravnenija po ego spektral'noj funkcii. Izv. AN, ser. matem., 1951, 15, 309, 360 (in Russ).*
2. Krejn M.G., *Ob odnom metode jeffektivnogo reshenija obratnoj kraevoj zadachi. Dokl. AN SSSR. 1954. T. 94, 6, 767, 770 (in Russ).*
3. Anikiev D.V., Kashtan B.M., Blagoveshhenskij A.S., Mulder V.A., *Tochnyj dinamičeskij metod reshenija obratnoj zadachi sejsmiki na osnove integral'nyh uravnenij Gel'fanda-Levitana. Voprosy geofiziki. Vypusk 44. SPb., 2011, Uchenye zapiski SPbGU, 444, 49, 81 (in Russ)*
4. Krejn M.G., *Reshenie obratnoj zadachi Shturma-Liuvillja. Dokl. AN SSSR. 1951. T. 76, 1, 21, 24 (in Russ).*
5. Parijskij B.S., *Obratnaja zadacha dlja volnovogo uravnenija s vozdejstviem na glubine. V kn. Nekotorye prjamyje i obratnye zadachi sejsmologii. M. Nauka, 1968, 139, 169. Vychisl. Sejsmologija. Vyp. 4. (in Russ).*
6. Kabanihin S.I., *Obratnye i nekorrektnye zadachi. Sibirskoe nauchnoe izdatel'stvo, Novosibirsk, 2009, 457 (in Russ).*
7. Kabanihin S.I., Bakanov G.B., *Diskretnyj analog metoda Gel'fanda Levitana v dvumernoj obratnoj zadache dlja giperbolicheskogo uravnenija. Sibirskij matematičeskij zhurnal, 1999, 40, 2, 307, 324 (in Russ).*

УДК 550.3

Л.Н. ТЕМИРБЕКОВА, Н. ШАХИБАДИНҚЫЗЫ, М.У. ШАМЕТОВ

Казахский национальный педагогический университет имени Абая,
институт математики, физики и информатики, г. Алматы, Казахстан

**ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ АССОЦИАЦИЙ
ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, ПРОЯВЛЕННЫХ
В РУДНОАЛТАЙСКОМ И КАЛБИНСКОМ РЕГИОНАХ**

В данной работе приведены результаты экспедиционных исследований по геохимии и минералогии рыхлых отложений месторождений полезных ископаемых Рудного Алтая и Калбы. В инженерной лаборатории проведены аналитические исследования ИСР-MS спектроскопии отобранных проб на 70 элементов. Полученные числовые данные обработаны и проанализированы с помощью программных продуктов. Разработана математическая модель и метод численного решения задачи о прогнозе химических элементов на уровнях ниже поверхности земли.

Ключевые слова: геохимия, Калба, Алтай, регуляризация, аномалия, уравнение.

**КЕНДІ АЛТАЙ ЖӘНЕ ҚАЛБА АУМАҚТАРЫНДАҒЫ ХИМИЯЛЫҚ
ЭЛЕМЕНТТЕРДІҢ ТАБИҒИ АССОЦИАЦИЯЛАРЫНЫҢ ӨЗГЕРІСІН ТАБУ**

Бұл жұмыста Кенді Алтай және Қалба пайдалы қазбалар борпылдақ шөгінділерінің кен орындарының геохимиялық және минералогиялық экспедициялық зерттеулерінің нәтижелері берілген. Инженерлік лабораторияда жиналған сынамаларға 70 химиялық

элементке қатысты аналитикалық зерттеулер ICP-MS спектроскопиямен жүргізілген. Алынған сандық мәліметтер түрлі программалар арқылы өңделген және талдау жасалған. Жер бетінен төмен деңгейдегі химиялық элементтерді болжау жайлы есептің математикалық моделі және сандық шешу әдісі жасалған.

Түйін сөздер: геохимия, Қалбы, Алтай, регуляризация, аномалия, теңдеу.

ANOMALIES NATURAL ASSOCIATION OF CHEMICAL ELEMENTS MANIFESTATION OF THE RUDNYI ALTAI AND KALBA REGIONS

This paper presents the results of field research on the chemistry and mineralogy of unconsolidated deposits of mineral deposits the Rudnyi Altai and Kalba. In engineering laboratory analyzes performed ICP-MS spectroscopy of the samples for 70 elements. The obtained numerical data were processed and analyzed using software. The mathematical model and numerical method for solving the problem of prediction of the chemical elements at levels below the ground surface.

Key words: geochemistry, Kalba, Altai, regularization, anomaly, equation.

Целью настоящих исследований является получение фундаментальных знаний о закономерностях пространственного распределения химических элементов в пределах Рудного Алтая и Калбы на основе высокоточных аналитических исследований, ИСП-МС спектроскопии, с параллельным использованием математических методов прогноза с обработкой новейшими программными продуктами.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:

1 Собран и обобщен имеющийся архивный материал по геохимии рыхлых отложений, месторождений полезных ископаемых и техногенных объектов Рудного Алтая и Калбы [1, 2, 3, 4].

2 Проведено геохимическое картирование по рыхлым отложениям в пределах Рудноалтайской, Калба-Нарымской и Западно-Калбинской структурно-металлогенических зон в масштабе 1:500 000 с отбором литохимических проб по вторичным ореолам [5].

3 Проведено аналитическое исследование ICP-MS спектроскопии отобранных проб на 70 элементов в лаборатории инженерного профиля «ИРГЕТАС» [6].

4 Осуществлена обработка полученных результатов с выявлением аномалий химических элементов, проявленных в Рудноалтайском и Калбинском регионах с привязкой их к конкретным геологическим или техногенным объектам [7].

На начальной стадии исследований был осуществлен сбор и обобщение имеющейся информации по геохимии рыхлых отложений, месторождений полезных ископаемых и техногенных объектов Рудного Алтая и Калбы, как геохимически разнопрофильных эталонных регионов с наиболее интенсивно развитым горно-добывающим производством. Локализация в пределах данных тер-

риторий множества месторождений полезных ископаемых различного масштаба и формационной принадлежности определяет выбор их как объектов исследования [8].

Вторым этапом исследований явились экспедиционные исследования, в ходе которых было проведено геохимическое картирование по рыхлым отложениям в пределах Рудноалтайской, Калба-Нарымской и Западно-Калбинской структурно-металлогенических зон в масштабе 1:500 000 с отбором литохимических проб по вторичным ореолам. В ходе полевых исследований, авторами опробовались почвы из закопуш на глубину до 20 сантиметров по ориентировочной сети 5x5 километров. Отбор проб почв и грунтов проводился в соответствии с ГОСТ 28168. Привязка точек опробования осуществлялась с помощью GPS навигатора GARMIN. В итоге было отобрано 777 почвенных проб на обследованной территории площадью свыше 40 тысяч квадратных километров.

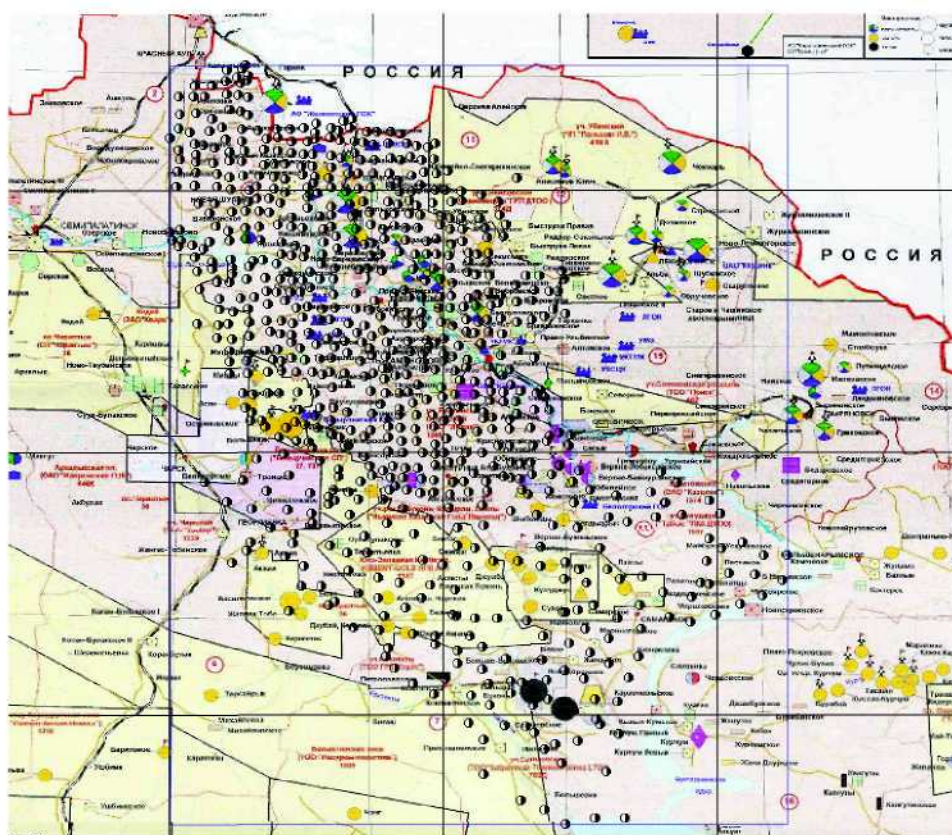


Рисунок 1 – Схема опробования по рыхлым отложениям в пределах Калбы, Прииртышья и Рудного Алтая

В результате была построена (рисунок 1) схема опробования (карта фактов), увязанная в единую геоинформационную систему с данными лабораторных исследований.

Математическая модель. Для исследований была выбрана одна из выделенных аномалий.

Рассмотрим задачу, когда источник аномалии оценивается плоской моделью – интегральным уравнением с ядром Пуассона

$$A(z) = \int_a^b K(x, y, s)z(y, s)ds = u(x, y), \quad y_{\min} \leq y \leq y_{\max} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} z(y, a) &= z(y, b) = 0, \\ z(c, x) &= z(d, y) = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

где $a = x_{\min}, b = x_{\max}, c = y_{\min}, d = y_{\max}$.

$$K(x, y, s) = \frac{h}{\pi(x-s)^2 + h^2}.$$

где $u(x, y)$ – поле на дневной поверхности ($y = 0$), а $z(y, s)$ – поле на уровне h ниже поверхности земли, также представляет собой некорректную задачу.

Экспериментальные данные представлены в координатах Гаусса – Крюгера (Пулково 1942 г.). Для численного решения переходим к безразмерным координатам $x = \bar{x}/10^7, y = \bar{y}/10^7, u(x, y) = \bar{u}(x, y)/100$.

Проведен вычислительный эксперимент для обработки и анализа полученных результатов с выявлением аномалий лития, проявленных в исследуемых регионах.

В качестве входных данных использовалась информация по геохимии и минералогии рыхлых отложений, месторождений полезных ископаемых Рудного Алтая и Калбы:

$$x_{\min} = 1,4500, x_{\max} = 1,472612, y_{\min} = 0,535822, y_{\max} = 0,564762, h = 0,05.$$

Заменим интегральное уравнение суммой по формуле прямоугольников

$$\sum_{i=1}^n K(x_i, y_j, s_i)z(y_j, s_i)\Delta s = u(x_i, y_j), \quad i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m}. \quad (3)$$

где $\Delta s = (x_{\max} - x_{\min}) / n$.

Уравнение (3) запишем в виде СЛАУ

$$Az = f \tag{4}$$

где A – квадратная матрица.

$$A = \{a_{ij}\}_{i=1,n}^{i=1,n}, a_{ij} = \frac{h \cdot \Delta s}{\pi(x_i - s_j)^2 + h^2},$$

Соответственно вектор неизвестных и правая часть

$$\bar{z} = \{z(y, s_i)\}_{i=1,n}, \bar{f} = \{u(x_i, y)\}_{i=1,n}.$$

Основной особенностью системы (4) являются: а) большая размерность $n = 300 \dots 1000$, $m = 500 \dots 1500$, б) сильная разреженность матрицы A и правая часть \bar{f} , в) плохая обусловленность.

Поэтому согласно [9] для численного решения уравнения (4) используем метод регуляризации М. Лаврентьева

$$(\mu E + A)z = f. \tag{5}$$

Для численной реализации поставленной задачи используем метод итерации Ландвебера

$$\frac{z^{k+1} - z^k}{\tau} + \bar{A}z^k = f.$$

В ходе численного эксперимента были заданы следующие параметры: параметр регуляризации М. Лаврентьева $\mu = 0,5$, точность решения $\varepsilon = 10^{-6}$, глубина $h = 0,05$, количество слоев $n = 135$ по оси x и $m = 165$ по оси y , при этом было получено решение с требуемой точностью ε , количеством итерации 1157 и количеством машинного времени 11,17 сек.

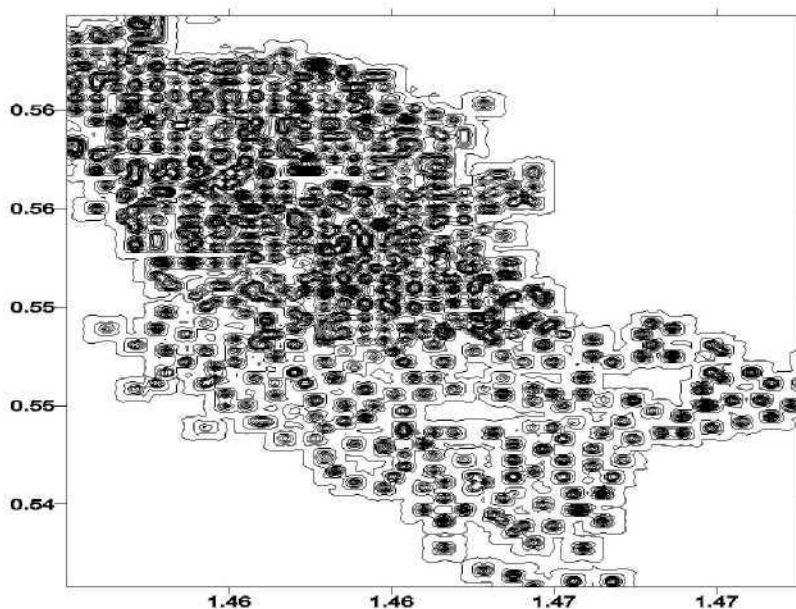


Рисунок 2 – Характер распределения аномалий Na на дневной поверхности, полученный с помощью графического редактора Surfer

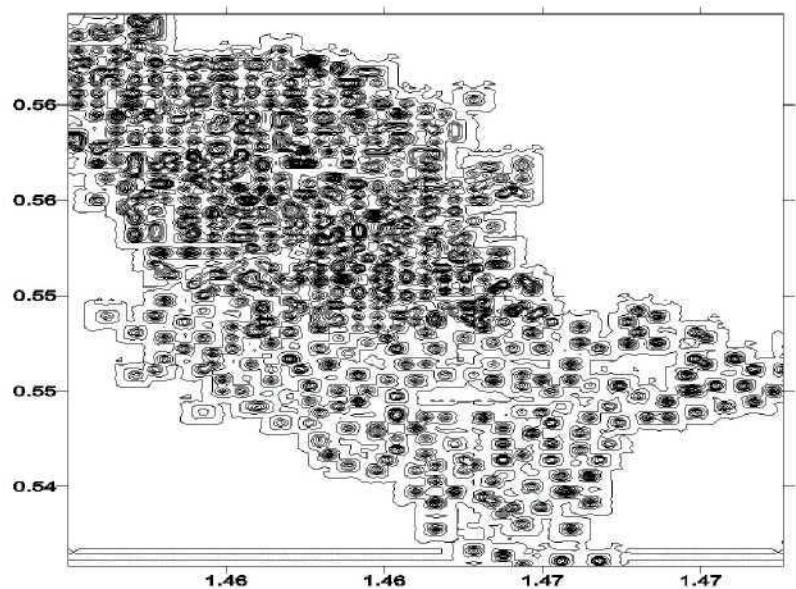


Рисунок 3 – Характер распределения аномалий Na на глубине $h=500$ численно реализованный методом итерации Ландвёбера с регуляризацией Лаврентьева, полученный с помощью графического редактора Surfer

Цифровая поверхность, построенная графическим редактором Surfer характера распределения аномалий Na на дневной поверхности по данным, которые были собраны в ходе полевых и лабораторных исследований показана на рисунке 2. На рисунке 3 построена цифровая поверхность графическим редактором Surfer характера распределения аномалий Na на глубине h по данным, которые были получены численным методом итерации Ландвебера с регуляризацией Лаврентьева. В таблице 1 указаны некоторые данные, по которым были построены цифровые данные на дневной поверхности и на глубине h .

Построенная математическая модель, алгоритм численного решения позволяют по данным участкам спрогнозировать поведение Na на глубину. Это позволит определить перспективы установленных аномальных площадей и выделить участки первой очереди для проведения геолого-разведочных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология СССР. Т. 41. Восточный Казахстан / Под ред. В.П. Нехорошева, Ш.Е. Есенова. – М.: Недра, 1967. – Ч. 1. – 467 с.; 1974. – Ч. 2. – 396 с.
2. Щерба Г.Н. Большой Алтай (геология и металлогения) в 3 книгах / Г.Н. Щерба [и др.]. – Алматы: Ғылым, 1998. – 2002.
3. Дьячков Б.А. Интрузивный магматизм и металлогения Восточной Калбы / Б.А. Дьячков. – М.: Недра, 1972. – 211 с.
4. Гавриленко О.Д. Геохимическое картирование как основа экологического районирования урбанизированных территорий (на примере Восточного Казахстана) / О.Д. Гавриленко [и др.]. // Тезисы докладов междунар. Симпозиума по прикладной геохимии Стран СНГ. – М., 1997.
5. Олейникова Г.А. Геоинформационный ресурс анализа нанодракций горных пород / Г.А. Олейникова, Е.Г. Панова // Литосфера. – 2011. – №1. – С. 83-93.
6. Махонина С.А. Геохимическое картирование при поисках и разведке рудных месторождений в Лениногорском рудном районе // Современные информационные технологии в геологоразведочной и горнодобывающей областях: Междунар. науч. конф. / С.А. Махонина [и др.]. – Усть-Каменогорск, 2006. – С. 53-55.
7. Ганженко Г.Д. Геолого-экологическая оценка техногенных ресурсов редкометального производства Восточного Казахстана / Г.Д. Ганженко [и др.] // Отчет о научно-исследовательской работе. – Усть-Каменогорск, 2001.
8. Аристов В.В. Методика геохимических поисков твердых полезных ископаемых / В.В. Аристов. – М.: Недра, 1984. – 200 с.
9. Кабанихин С.И. Обратные и некорректные задачи / С.И. Кабанихин. – Новосибирск: Сибирское научное издательство, 2009. – 457 с.

REFERENCES

1. *Pod red. V.P. Nehorosheva, Sh.E. Esenova, M. Nekdra. Geologija SSSR. T. 41. Vostochnyj Kazahstan. 1967. Ch. 1, 467, 1974, Ch. 2. 396 (in Russ).*
2. Shherba G.N., Bespaev H.A., D'jachkov B.A., Mysnik A.M., Ganzhenko G.D., Sa-

pargaliev E.M., Gavrilenko O.D. i dr., *Bol'shoj Altaj. geologija i metallogenija. v 3 knigah. Almaty, Qylym, 1998, 2002 (in Russ).*

3. D'jachkov B.A., *Intruzivnyj magmatizm i metallogenija Vostochnoj Kalby. M., Nedra, 1972, 211 (in Russ).*

4. Gavrilenko O.D., Demchenko A.I., Soljanik V.P., Kozlovskij M.K., *Geohimicheskoe kartirovanie kak osnova jekologicheskogo rajonirovanija urbanizirovannyh territorij na primere Vostochnogo Kazahstana. Tezisy dokladov mezhdunar. Simpoziuma po prikladnoj geohimii Stran SNG. M., 1997 (in Russ).*

5. Olejnikova G.A., Panova E.G., *Geoinformacionnyj resurs analiza nanofrakcij gornyh porod. Litosfera, 2011, 1, 83, 93 (in Russ).*

6. Mahonina S.A., Olejnik Ju.F., Gavrilenko O.D., *Geohimicheskoe kartirovanie pri poiskah i razvedke rudnyh mestorozhdenij v Leninogorskom rudnom rajone. Sovremennye informacionnye tehnologii v geologorazvedochnoj i gornodobyvajushhej oblastjah. Mezhdunar. nauch. konf., g. Ust'-Kamenogorsk, 2006, 53, 55 (in Russ).*

7. Ganzhenko G.D., Gavrilenko O.D. i dr., *Geologo jekologicheskaja ocenka tehnogennyh resursov redko metal'nogo proizvodstva Vostochnogo Kazahstana. Otchet o nauchno issledovatel'skoj rabote. Ust'-Kamenogorsk, 2001 (in Russ).*

8. Aristov V.V., *Metodika geohimicheskikh poiskov tverdyh poleznyh iskopaemyh. M. Nedra, 1984, 200 (in Russ).*

9. Kabanihin S.I., *Obratnye i nekorrektnye zadachi. Sibirskoe nauchnoe izdatel'stvo, Novosibirsk, 2009, 457 (in Russ).*

ӘОЖ 37.01:54

М.Ж. ТОҚЫШБАЕВА, Б.С. ТАНТЫБАЕВА

С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан мемлекеттік университеті,
Өскемен қ., Қазақстан

ОҚЫТУДЫҢ МОДУЛЬДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ОҚУШЫНЫҢ ХИМИЯ САБАҚТАРЫНДА ТАНЫМДЫЛЫҚ ДЕҢГЕЙІН АРТТЫРУШЫ ҚҰРАЛ РЕТІНДЕ

Мақалада оқушының танымдық деңгейін арттыруда модульді оқыту технологиясы тиімді екендігі айтылған. Модульді оқыту технологиясы 10-сыныпта «Металдар» тарауында құру тәсілі көрсетілген.

Түйін сөздер: модуль, модульді оқыту технологиясы, химия, модульді бағдарлама.

МОДУЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОГО УРОВНЯ УЧЕНИКА НА УРОКАХ ХИМИИ

В данной статье описана эффективность модульной технологии обучения в развитии познавательной деятельности ученика. Указаны технология модульного обучения в 10 классе глава «Металлы» и способ создания.

Ключевые слова: модуль, модульная технология обучения, химия, модульная программа.