

Анализ гидрогеохимических данных станции Карчахпюр сети наблюдений НССЗ РА

А. В. Нерсисян

Национальная служба сейсмической защиты РА

Резюме

Статистические непараметрические методы применены для анализа временного ряда по содержанию гелия в подземных водах Карчахпюрской станции НССЗ РА. Показана эффективность используемого алгоритма для обнаружения изменений характеристик ряда перед сильными сейсмическими событиями. Указаны особенности применения алгоритма к данным станции Карчахпюр в сравнении с проведенными ранее исследованиями по станциям Арарат и Каджаран.

1. Введение

Обнаружение связи между изменением поведения микро- и макрокомпонент химического состава подземных вод и процессом подготовки сильного сейсмического события делает актуальной задачу анализа гидрогеохимических данных [1-5]. Анализ данных двух станций гидрогеохимической сети наблюдений НССЗ РА по алгоритму, основанному на непараметрических методах статистики, описан в работах [6], [7] и [8]. Исследование этих данных по алгоритму, теоретическое обоснование которого дано в [9], позволяет говорить о наличии связи между моментами изменения характеристик рассматриваемой переменной и сильным сейсмическим событием. В результате анализа применением алгоритма к данным обеих станций получены некоторые различия, которые, вероятно, связаны с геолого-тектоническим положением станций. В этой связи представляется интересным изучить данные остальных станций сети наблюдения НССЗ РА, а также, при наличии, данные станций данных станций из других регионов. В данной работе приведены результаты анализа данных по содержанию гелия, полученных со станции Карчахпюр по предложенному в [6] алгоритму. Выявлены особенности параметров алгоритма, а именно, длина окна, в котором проводится вычисление статистик, и вид функции меток.

2. Анализ данных

Наблюдения по содержанию химических компонент подземных вод на станции Карчахпюр были начаты в конце 1991 г., т. е. до середины 1998 г. ряд насчитывает более 2500 наблюдений с шагом в 1 сутки (рис. 1).

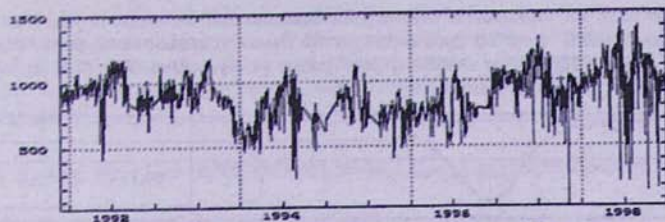


Рис.1 Данные по содержанию гелия на станции Карцахпюр

На тот же период времени приходится четыре сильных сейсмических события ($K \geq 13.0$), основные характеристики которых приведены в таб. 1.

Таб.1

широта	долгота	K	дата
45.23	39.98	13,0	1992/12/09
42.33	38.82	13,7	1996/05/04
38.07	48.33	15,4	1997/02/28
41.67	45.37	13,0	1997/11/27

На рис.2 показаны пространственное расположение указанных в таб. 1 сейсмических событий и станции Карцахпюр.

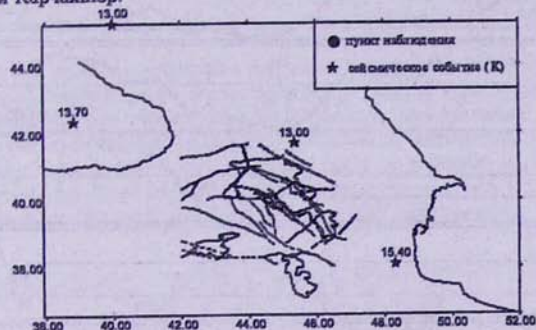


Рис.2 Расположение сейсмических событий и станции Карцахпюр

Как уже было сказано, алгоритм, по которому проводится анализ, основан на непараметрических методах статистики. Цель анализа заключается в оценке моментов изменений во времени характеристик распределения изучаемой переменной. Для чего последовательно вычисляется ряд статистик Чернова-Сэвиджа с различными функциями меток, предпочтительно, начиная со статистики Вилкоксона. Вычисления проводятся в скользящем и расширяющихся окнах.

При анализе данных станций Арарат и Каджаран, проведенного ранее в [1] и [6], эффективной оказалась статистика Вилкоксона в окне длиной 300 наблюдений (скользящее окно, шаг 50 наблюдений), а также в окнах 100 и 200 (расширяющиеся) наблюдений. Поэтому, для данных станции Карцахпюр, мы вновь начали вычисления со статистики Вилкоксона. Перед тремя землетрясениями (09.12.92, $K=13.0$; 04.05.96, $K=13.7$ и 28.02.97, $K=15.4$) были получены оценки моментов изменений μ_1 и μ_2 уже при вычислении статистики Вилкоксона (рис.3).

Как видно из рисунка, момент μ_1 наступает за 8-6 месяцев, а момент μ_2 за 6-3 месяца до событий. Однако для одного из рассматриваемых четырех событий

(27.11.97, $K=13.0$) по значениям статистики Вилкоксона не удалось получить оценки моментов изменений μ_1 и μ_2 . Для вычислений были использованы различные длины окон и шаг сдвига. При этом используемая ранее [1, 6] длина окна (100 наблюдений) была уменьшена (85-60 наблюдений).

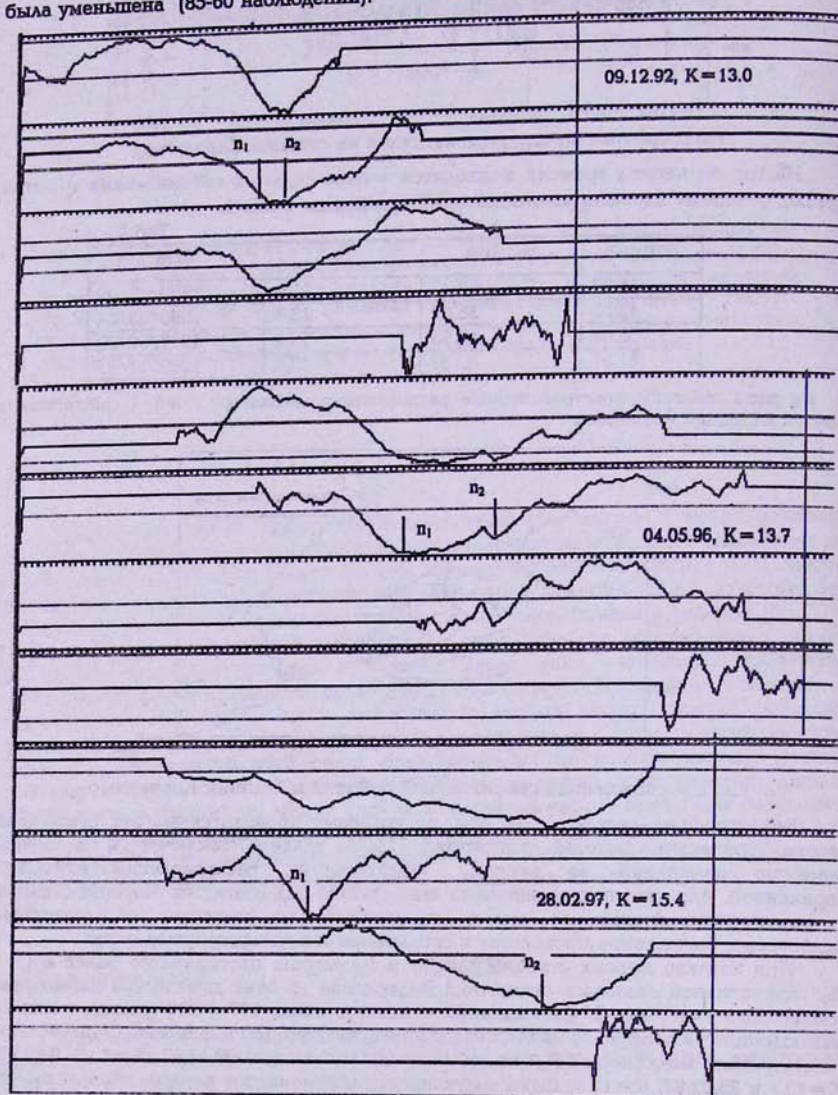


Рис. 3 Статистика Вилкоксона для трех событий (09.12.92, $K=13.0$; 04.05.96, $K=13.7$ и 28.02.97, $K=15.4$), вычисленная в различных окнах

Для события 27.11.97, $K=13.0$ оценки значений p_1 и p_2 были получены при вычислении статистики Муда (рис. 4). Результатами явились значения: для p_1 - за 8 месяцев, а для p_2 - за 3 месяца до землетрясения. Это вполне согласуется с величинами, полученными при вычислении статистики Вилкоксона для упомянутых выше трех событий.

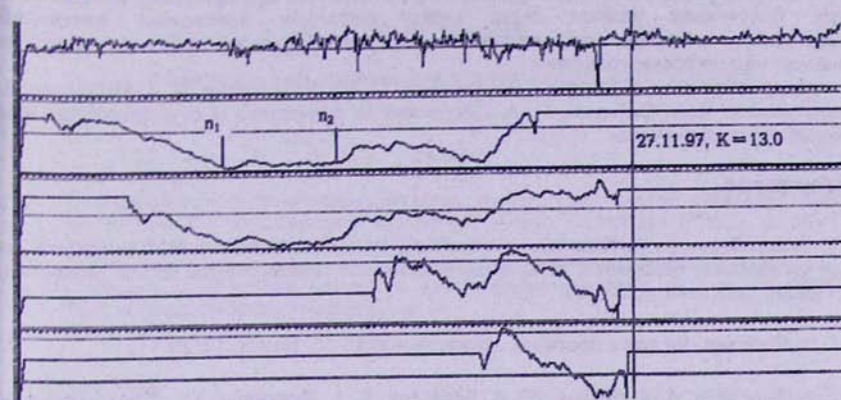


Рис. 4 Статистика Муда, вычисленная перед событием 27.11.97, $K=13.0$

Кроме того, для наиболее сильного события ($K=15.4$, 28.02.97) оценки для p_1 и p_2 были получены и при вычислении статистики Муда (рис.5). При этом оказалось, что в данном случае наблюдается самый ранний момент p_1 , наступления изменения (за 9 месяцев до события) и наибольший период накопления изменений (период между p_1 и p_2 , где функция распределения уже не F_1 как было до момента p_1 , но еще не F_2 , как будет после момента p_2). Этот период длится более 7-ми месяцев (216 наблюдений), в то время, как ранее он был не более 5-ти месяцев (154 наблюдения).

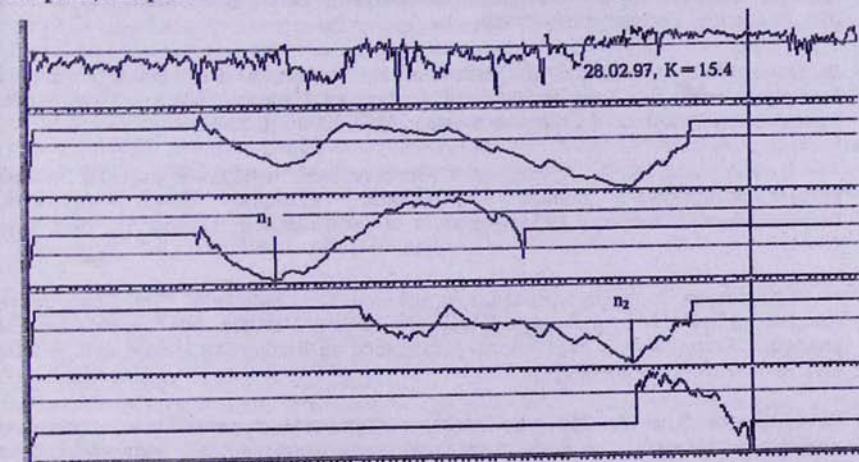


Рис.5 Статистика Муда, вычисленная перед событием, 28.02.97, $K=15.4$

3. Заключение

Разработанный ранее алгоритм применен для анализа данных по содержанию гелия станции Карчахпюр. Результаты приведены в сравнении с полученными ранее при анализе данных двух других станций - Арарат и Каджаран.

В результате анализа подтвердилась эффективность применяемого алгоритма, а также полученная раньше связь между периодом накопления изменений характеристик распределения геохимических параметров (на примере гелия) и сильным сейсмическим событием.

Автор выражает глубокую благодарность С. Ю. Баласаняну, В. А. Игумнову, Е. А. Арутюняну, И. А. Сафарян, П. А. Петросяну за содействие и сотрудничество при выполнении этой работы.

Литература

1. V. A. Igoumnov, A. A. Kazarian, Geochemical precursors to earthquakes and relaxation of geochemical parameters. Proceeding of Scientific meeting on the seismic protection. Venice., July 1993, p. 148-151.
2. Г. А. Соболев, "основы прогноза землетрясений", М, Наука, 1993 г.
3. В. Л. Барсуков, А. А. Беляев, Ю. А. Бакалдин, В. А. Игумнов и др., "Геохимические методы прогноза землетрясений", М, Наука, 1992 г.
4. V. A. Igoumnov, A. A. Kazarian, Geochemical precursors to earthquakes and relaxation of geochemical parameters. Proceeding of Scientific meeting on the seismic protection. Venice., July 1993, p. 148-151.
5. H. Woith, C. Milkereit, R. Wong, J. Zschau, V. Igumnov, A. Avanesian S. Balassanian, "Post-seismic Conductivity anomalies monitored at an Artesian well in Southern Armenia" Abstracts of II International Conference on Earthquake Hazard and Seismic Risk Reduction, Yerevan, 1998, p. 186.
6. E. Haroutunian, I. Safarian, P. Petrosian, H. Nersessian. Earthquake Precursors Identification on the Base of Statistical Analysis of Hydrogeochemical Time Series. Mathematical Problems of Computer Science, 1997, XVIII, p. 33-39.
7. А. В. Нерсисян, Е. А. Арутюнян. Статистический непараметрический анализ гидрогеохимических данных Араратской станции НССЗ Армении. Математические вопросы кибернетики и вычислительной техники 19. 1998, стр. 40-44.
8. H. V. Nersessian, E. A. Haroutunian, I. A. Safarian, P. A. Petrossian, "The Comparative Analysis of the Hydrogeochemical Data of NSSP's Network by Non-parametrical methods", Abstracts of II International Conference on Earthquake Hazard and Seismic Risk Reduction, Yerevan, 1998, p. 208.
9. Е. А. Арутюнян, И. А. Сафарян, "Непараметрическое состоятельное оценивание момента изменения свойств случайной последовательности", Математические вопросы кибернетики и вычислительной техники, Ереван, 1997 г., XVII, стр. 76-85.