

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНФОРМАТИВНОСТИ ГЕОМАГНИТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ПРИ ПРОГНОЗЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В КАЗАХСТАНЕ

Белослюдцев О.М., Узбеков Н.Б. - Институт сейсмологии МОН РК, Казахстан, г. Алматы

Аннотация. Изучена информативность геомагнитного мониторинга при прогнозе землетрясений в сейсмоактивных районах Казахстана. Основой оценки информативности результатов геомагнитных наблюдений стали расчеты по оценке количества сейсмических событий, предвараемых аномалиями в магнитном поле, и общего их числа. Алгоритм предусматривает анализ соотношения аномальных и нормальных интервалов временного ряда, содержащего аномальную компоненту, с сейсмическими событиями. Построены эмпирические зависимости между параметрами магнитных аномалий, энергетическим классом и эпицентрными расстояниями землетрясений.

RESEARCH OF SELF - DESCRIPTIVENESS OF GEOMAGNETIC OBSERVATIONS WHILE PREDICTING EARTHQUAKES IN KAZAKSTAN.

Belosljudtsev O.M., Uzbekov N.B. - Institute of seismology MES RK, Kazakhstan, Almaty

Abstract. Self-descriptiveness of geomagnetic monitoring while predicting earthquakes in seismoactive areas of Kazakhstan has been investigated. Estimation according to the number of seismic events anticipated by anomalies in a magnetic field and their total number became the basis of evaluation of self-descriptiveness of geomagnetic observations results. The algorithm provides the analysis of a relationship between abnormal and normal intervals of the time series containing abnormal component and seismic events. Empirical dependences between parameters of magnetic anomalies, an energy class and epicentric distances of earthquakes have been

Система региональных стационарных магнитовариационных наблюдений на территории Казахстана была создана в 1980 - 1981гг. и в настоящее время включает в себя 16 магнитовариационных станций (МВС), расположенных в сейсмоактивных зонах Заилийского, Кунгей и Джунгарского Алатау, одна станция (опорная) размещена в сравнительно асейсмичной части Илийской впадины (рис. 1).



Рис. 1. Схема размещения МВС на Алматинском полигоне.

Все МВС оснащены прецизионными протонными магнитометрами МВ - 01, измеряющими модуль полного вектора гео-

магнитного поля T . Исследования метрологических параметров приборов и оценки аппаратно - методических погрешностей измерения магнитных полей показали, что как при кратковременных, так и при долговременных (годы) непрерывных наблюдениях может быть реализована точность измерений на уровне первых десятых долей нТл [1 - 3].

Основной задачей геомагнитных исследований является поиск локальных аномалий в вариациях геомагнитного поля (ГМП), предварающих сильные землетрясения, и разработка алгоритма прогноза места, силы и времени землетрясений в диапазонах времен краткосрочных, средне-суточных и долгосрочных предвестников. В соответствии с этой задачей методика измерений и обработка данных направлена на получение непрерывных рядов средне-суточных значений поля на каждой СМС.

Главным условием информативности любого прогностического метода является появление в физическом поле или в его производном параметре аномального состояния в период, предварающий сейсмическое событие. То есть в анализируемом параметре должны быть состояния "фон" и "аномалия", каждому из которых, в случае, если метод эффективен, должны соответст-

вывать период спокойной сейсмической обстановки и период подготовки сейсмического события.

Основой оценки информативности результатов геомагнитных наблюдений стали расчеты по оценке количества сейсмических событий, предвараемых аномалиями в магнитном поле, и общего их числа. Алгоритм оценки предусматривает анализ временного ряда аномалиесодержащего параметра и получения среднего, среднеквадратичного отклонения и порога (доверительного интервала) аномалии. Затем из временного ряда суточных значений параметра общей длины T выбираются даты начала и конца аномалии и рассчитывается период аномалии t . Далее из сейсмического каталога производится выборка землетрясений с эпицентральным расстоянием R от станции наблюдений с энергетическим классом выше K_{\min} . Среди объема выборки событий, попавших в заданное эпицентральное расстояние, производится подсчет количества землетрясений n , время возникновения которых совпадает с аномальными периодами, к общему количеству землетрясений N в выборке. После этого производятся расчеты отношения суммы аномальных периодов ряда к общей его длине $\sum t/T$ и отношения количества землетрясений n , попавших в периоды аномалий, к общему числу землетрясений N в выборке $\sum n/N$ (рис.2).

Если отношение $\sum n/N$ ненамного отличается от $\sum t/T$, то это означает случайное появление аномалий, независимо от происшедших землетрясений. Для идентификации аномалий с предвестником необходимо, чтобы регистрировали хотя бы каждое второе при данном эпицентральном расстоянии сейсмическое событие, $\sum n/N > 0.5$.

Для анализа информативности геомагнитного метода были подготовлены временные ряды данных модульных геомагнитных наблюдений по станциям с наиболее длинными периодами непрерывных наблюдений (с 1982 г.). Данные были обработаны на предмет выделения аномалий, которые могли бы идентифицироваться как геомагнитные предвестники. Было разработано программное средство анализа аномалиесодержащих временных рядов и сейсмичности с графическим представлением результатов в виде тектонической схемы Алматинского полигона и карты эпицентров землетрясений с энергетическим классом выше заданного, происшедших в периоды аномалий [4].

Результаты анализа.

Исследование аномальных параметров магнитного поля проводилось по каждой станции за весь период наблюдений с использованием каталога землетрясений Института сейсмологии. Для оценки эффективности геомагнитного метода анализ



Рис. 2. Схема выделения аномальных периодов геофизических рядов. n – количество землетрясений в выборке, попавших в аномальный период, N – общее количество землетрясений в выборке, t – продолжительность аномального периода, T - длина временного ряда.

производился поочередно для каждого K_{\min} , начиная с $K = 9.0$ ($K \geq 9.0$, $K \geq 10.0$, $K \geq 11.0$, $K \geq 12.0$, $K \geq 13.0$, $K \geq 14.0$).

Для каждой выборки из каталога с K_{\min} проводились расчеты количества землетрясений, имеющих эпицентральное расстояние от станции: 300, 250, 200, 150, 100, 75 и 50 км. Также рассчитывалось отношение

суммы аномальных периодов со значениями параметра, превышающего порог, к общей продолжительности периода анализа по каждой станции. Оно оказалось близким для данных по разным станциям и составило величину 0.13 – 0,17.

Таким образом, если каждое второе сейсмическое событие заданного класса предвещалось геомагнитной аномалией до эпицентрального расстояния R, то оно имело предвестник с вероятностью $P = 0,5$.

По результатам анализа данных по се-

ти станций полигона составлена таблица чувствительности станций (таблица 1) и калибровочные графики (рис.3).

Таблица иллюстрирует калибровочные графики, составленные для станций Кастек (рис. 3, А и Б), Майтюбе (рис. 3 В), Тургень (рис. 3 Г) и Саты (рис. 3 Д), из которых можно сделать заключение, что геомагнитные предвестники землетрясений свыше 12 энергетического класса могут быть зарегистрированы с вероятностью $P = 0.5$ на расстоянии в среднем для сети не более 100 - 150 км от

Таблица 1 - Определение радиуса чувствительности геомагнитных станций на землетрясения разного класса

Станция	P>0.5		P>0.4		P>0.3	
	K _{min}	R, км	K _{min}	R, км	K _{min}	R, км
Кастек	11	75	11	100	11	150
	12	100	12	150	12	150
	13	300	13	300	13	300
	14	300	14	300	14	300
Майтюбе	11	-	11	-	11	-
	12	-	12	100	12	100
	13	250	13	250	13	300
	14	300	14	300	14	300
Тянь-Шань	11	-	11	-	11	-
	12	-	12	75	12	75
	13	75	13	75	13	100
	14	-	14	-	14	-
Тургень	11	-	11	-	11	-
	12	-	12	-	12	200
	13	50	13	50	13	200
	14	200	14	300	14	300
Саты	11	-	11	-	11	-
	12	-	12	-	12	-
	13	100	13	100	13	150
	14	150	14	150	14	300
Чилик	11	-	11	-	11	-
	12	-	12	-	12	300
	13	300	13	300	13	300
	14	-	14	-	14	-
Известковый	11	-	11	-	11	200
	12	-	12	200	12	200
	13	250	13	300	13	300
	14	-	14	-	14	-
Курам	11	-	11	100	11	100
	12	150	12	150	12	150
	13	-	13	-	13	-
	14	-	14	-	14	-
Джаркент	11-14	-	11-14	-	11-14	-
Калкан	11-14	-	11-14	-	11-14	-
Бурундай	11-14	-	11-14	-	11-14	-

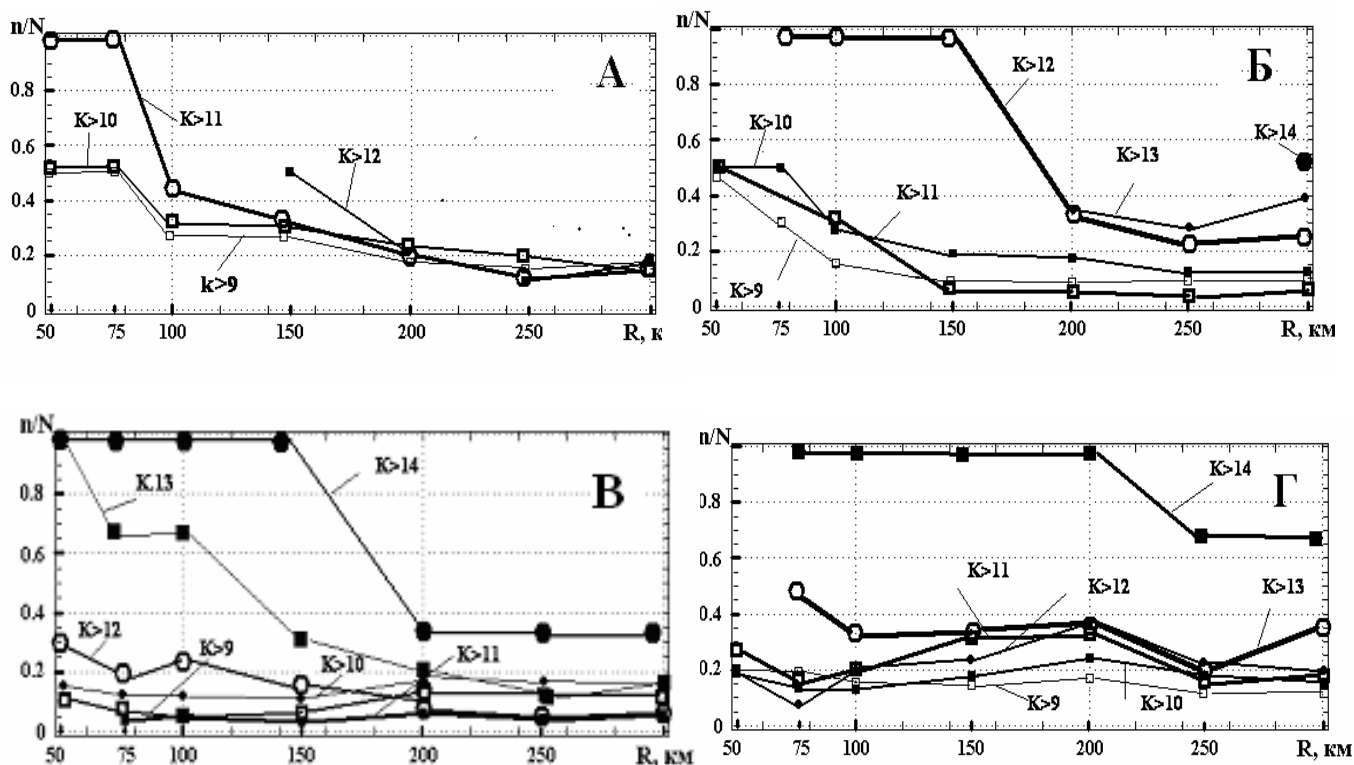


Рис. 3. Определение чувствительности n/N геомагнитных станций Алматинского полигона к землетрясениям различного класса в зависимости от эпицентрального расстояния R .
 А - станция Кастек (1982 - 87 гг.); Б - станция Кастек (1991 - 2001 гг.); В - станция Саты (1982 - 2001 гг.),
 Г - станция Тургенъ (1982 - 2001 гг.).

станции регистрации, с $K=13$ – не более 200 км и с $K = 14$ – не более 250 км

Данные по станциям Бурундай, Калкан и Джаркент для построения калибровочных графиков оказались непредставительными, поскольку эпоха режимных измерений на них идет с 1996 г., за это время сейсмическая активность на полигоне явилась несколько пониженной, и длина полученного временного ряда оказалась недостаточной для подобных построений (таблица 1). Это обстоятельство говорит о необходимости консервативного подхода к поддержке работы сети наблюдений: без особой необходимости прерывать работу станций режимной регистрации не следует, при прогнозных работах длинные ряды наблюдений с накопленными статистическими характеристиками параметров представляют значительную научную и практическую ценность, и если на первых этапах вновь введенные в эксплуатацию станции не

имеют высокой информативности, последняя, при соблюдении технических и методических условий, с течением времени повышается.

Литература

1. Курские А.К. Проблемы прогнозирования землетрясений. Алма - Ата. "Наука". 263с.
2. Бушуев А.В. Исследование вариаций геомагнитного поля в связи с прогнозированием землетрясений в Юго - Восточном Казахстане: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. М.. 1982. 21 с.
3. Узбеков Н.Б. Вариации геомагнитного поля в связи с прогнозом землетрясений в Северном Тянь - Шане. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физ.- мат. наук. Алматы. 2001. 22 с.
4. Курские А.К., Белослюдов О.М. Научные основы и методы прогноза землетрясений в Казахстане // Вестник инженерной академии РК. 1997, №1, с. 151 - 162.