

<https://doi.org/10.52676/1729-7885-2022-2-23-31>

УДК 550.348.435

МАГНИТУДНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ГРУППЫ КАРАТАУ В МОНИТОРИНГЕ СЕЙСМИЧНОСТИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Н.А. Сейнасинов^{1,2)}, Н.Н. Михайлова¹⁾

¹⁾ Филиал «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК, Курчатов, Казахстан

²⁾ Казахский Национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан

E-mail для контактов: anurbek1122@gmail.com

На представительном статистическом материале, полученном по результатам работы сейсмической группы Каратау за более, чем 10-летний период, изучена ее возможность регистрации событий разной магнитуды на разных эпицентральных расстояниях (магнитудная чувствительность станции). Изучена зависимость магнитудной чувствительности от азимута прихода сейсмических волн. Показано, что в разных направлениях станция обладает разными возможностями в регистрации слабых землетрясений на одном и том же расстоянии. Представлены примеры регистрации слабых событий станцией Каратау на двух сериях взрывов снарядов на военных складах в Южном Казахстане в 2019 и 2021 гг.

Ключевые слова: сейсмическая группа, землетрясение, взрыв, сейсмограмма, бюллетень, магнитуда, эпицентр, азимутальная зависимость.

ВВЕДЕНИЕ

В 1994 году на территории Казахстана начала сейсмическую регистрацию новая цифровая сеть сейсмических станций филиала ИГИ НЯЦ РК (далее ИГИ), основными задачами которой являются мониторинг ядерных испытаний и землетрясений в рамках Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний [1]. В ее состав входят 7 трехкомпонентных станций, 5 сейсмических групп (рисунок 1). Данные

этой системы используются для задач глобального и регионального сейсмического мониторинга. Они передаются в Международные центры для составления мировых сейсмологических бюллетеней (REB, ISC, EMSC, ГС РАН) и проведения научных исследований учеными в разных странах (IRIS/DMC), а также используются в задачах, стоящих перед Республиканской системой сейсмических наблюдений [1].

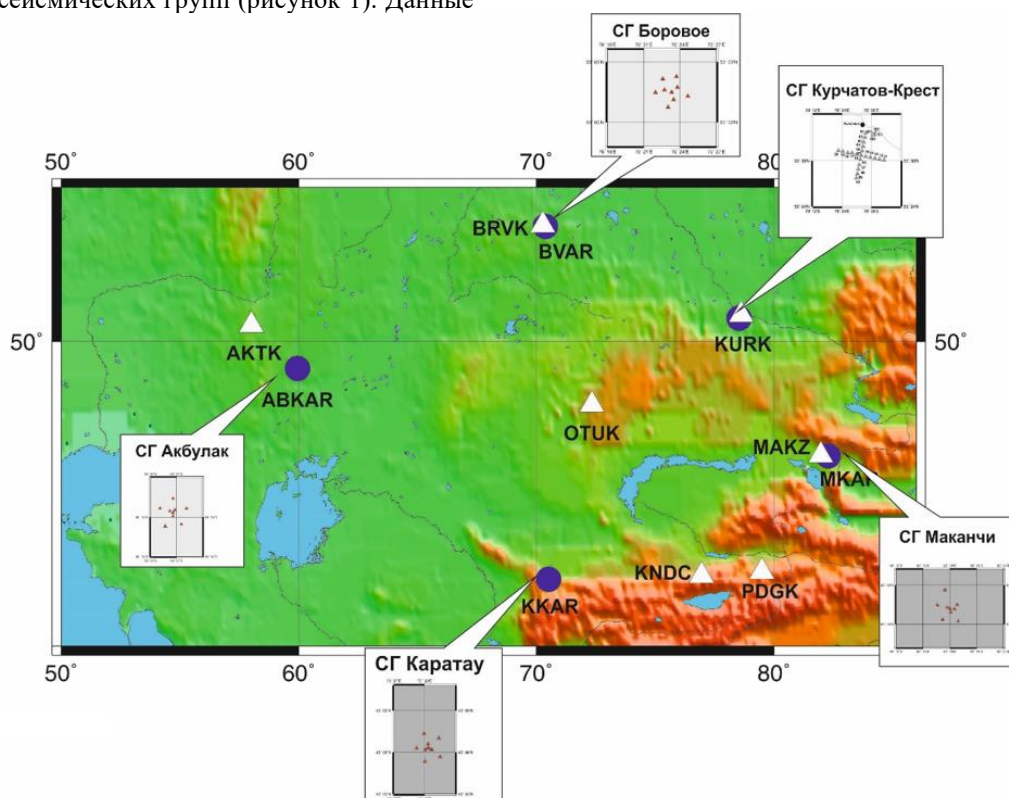


Рисунок 1. Сеть сейсмических станций, работающая под управлением филиала «Институт геофизических исследований» РГП НЯЦ РК на территории Казахстана

Одной из наиболее эффективных в мониторинге является сейсмическая группа (СГ) Каратау, которая работает уже почти 20 лет. Анализ ее возможностей посвящена настоящая работа.

Сейсмические станции ИГИ НЯЦ РК (рисунок 1) характеризуются отличными условиями для регистрации сейсмических сигналов, низким уровнем сейсмических шумов в районе расположения [2–4]. Благодаря тщательному выбору площадок под строительство станций с точки зрения геологии и характеристик сейсмического шума, удачной конфигурации групп, комплексированию широкополосной и короткопериодной аппаратуры, все станции системы являются высокочувствительными как к региональным, так и к телесейсмическим событиям [1]. Это позволяет успешно использовать систему как в рамках национального, так и глобального мониторинга. Для создания сейсмического бюллетеня Центр данных получает в режиме реального времени данные сейсмических групп и трехкомпонентных станций ИГИ, а также дополнительно данные зарубежных сейсмических групп ZAL (Россия) и АВКТ (Туркменистан), данные зарубежных трехкомпонентных станций ААК IRIS IDA. Для создания совместного с СОМЭ МОН РК бюллетеня используются представляемые этой сетью оперативно замеренные времена вступлений и амплитуды сейсмических фаз.

Одной из самых эффективных станций сети является сейсмическая группа (СГ) Каратау, расположенная в Жамбылской области Казахстана (таблица 1, [5]). СГ расположена в высокосейсмичном районе Центральной Азии [6], по вкладу в сейсмический бюллетень Центра данных она занимает второе место после сейсмической группы Маканчи. Кроме того, Каратау играет важную роль в сейсмическом мониторинге ядерных испытаний, так как является чувствительной станцией и расположена на региональных расстояниях от испытательных ядерных полигонов Азии (Похаран, Чагай, Лобнор). СГ Каратау зарегистрировала, участвовала в обработке ядерных испытаний в Северной Корее [7].

В связи с этим, исследование эффективности и чувствительности СГ Каратау является актуальной задачей.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СГ КАРАТАУ

В соответствии с «Соглашением между Республикой Казахстан и Соединенными Штатами Америки об установке и эксплуатации в Казахстане станций сейсмического мониторинга ядерных испытаний» от 18.11.1997 г, а также в рамках контракта ИГИ с компанией «Honeywell», Air Force Technical Applications Center (AFTAC) в Южном Казахстане построена сейсмическая группа «Каратау». Открытие этой станции, являющейся важным звеном в системе мониторинга ИГИ, состоялось в 2002 г. [5].

Сейсмическая группа «Каратау» состоит из 10 точек наблюдения, расположенных по двум окружностям с одной центральной точкой (рисунок 2). Апертура группы 4 км.

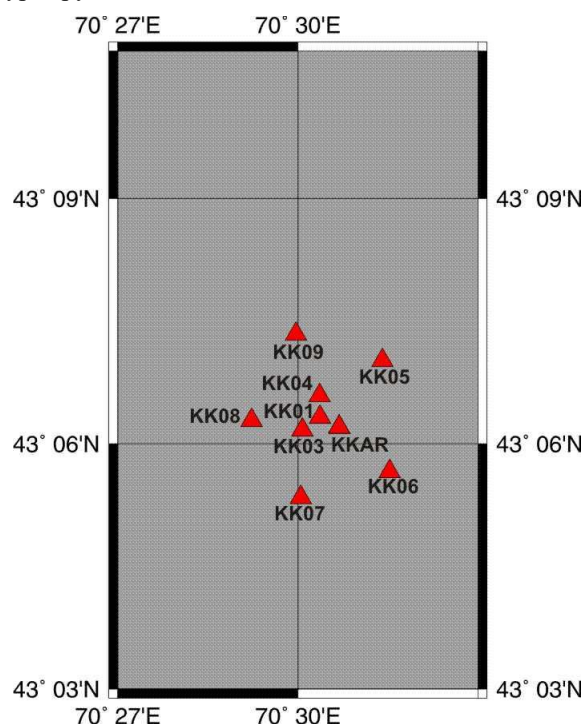
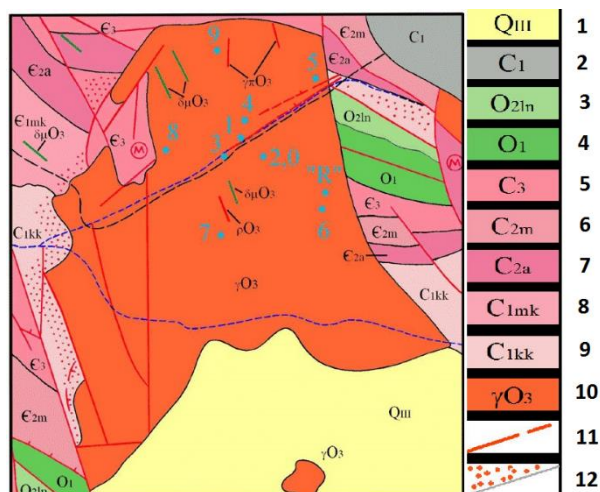


Рисунок 2. Схема расположения элементов малоапертурной группы Каратау

На 9 пунктах в пробуренных скважинах установлено 9 однокомпонентных сейсмометров GS21. Кроме того, имеется одна широкополосная трехкомпонентная станция с сейсмометром KS54000 (пункт КК31).

Сейсмическая группа «Каратау» располагается в 90 км к западу от г. Тараз и в 8–10 км от г. Каратау, являющегося районным центром Таласского района Жамбылской области Казахстана. Участок находится в долине Арбатас, которая с севера ограничена горами Актау и Булттытун, с востока горами Жетимшо-кы, с запада и юго-запада – горами Каратау. На юго-востоке долина Арбатас выходит к озеру Бийлик-коль. Долину пересекает автомобильная дорога с асфальтовым покрытием сообщения г. Тараз – г. Каратау – г. Жанатас. Площадка сейсмостанции находится на восточном склоне долины. Рельеф долины слабо холмистый, средняя высотная отметка 530 м над уровнем моря.

В геологическом плане долина Арбатас представляет собой гранитный массив, сложенный лейкократовыми гранитами верхнеордовикского возраста (γO_3). Сейсмическая группа размещена в северо-восточной части гранитного массива (рисунок 3).



- 1 – аллювиальные и пролювиальные верхнечетвертичные отложения;
2 – песчаники, известняки, мергели нижнего отдела каменноугольной свиты;
3 – доломиты, известняки среднего отдела ордовикской системы;
4 – доломиты, известняки, кремнистые сланцы нижнего отдела ордовикской системы;
5 – доломиты верхнего отдела кембрийской системы;
6, 7 – доломиты, известняки среднего отдела кембрийской системы;
8, 9 – песчаники, глинистые сланцы нижнего отдела кембрийской системы;
10 – лейкократовые граниты;
11 – разрывные нарушения;
12 – ороговикование.

Рисунок 3. Геологическая карта участка расположения сейсмической группы Каратау

Вмещающими породами для гранитного массива являются полимиктовые песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, конгломераты, песчаники, туфы, кремни, доломиты нижнего кембрия (C1), доломиты и известняки среднего и верхнего кембрия (C2-3), а также доломиты, известняки, алевролиты и кремнистые сланцы нижнего – среднего ордовика (O1-2). На контакте с гранитами доломиты и известняки превращены в мраморы, другие породы ороговикованы. Юго-западная часть гранитного массива имеет тектонические контакты с вмещающими породами кембрия и приурочена к Каратаускому региональному разлому. Южная часть гранитного массива перекрыта верхнечетвертичными аллювиальными и пролювиальными отложениями.

Станция расположена вдали от источников техногенных помех, в связи с чем разница уровня спектральной плотности шума в ночное и дневное время незначительна [2]. Для станции ККАР характерны шумы, близкие к нижеуровневой мировой модели шума, что обеспечивает ее высокую эффективность в работах как по региональному, так и глобальному сейсмическому мониторингу [2].

МАГНИТУДНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ СГ КАРАТАУ

В рутинной обработке КНЦД для составления регионального сейсмического бюллетеня используются магнитуда m_{rv} с использованием калибровочной кривой Михайловой Н.Н., Неверовой Н.П. [9], энергетический класс K [10], а также магнитуда m_b с использованием калибровочной кривой Veith K.F., Clawson G.E. [11].

Энергетический класс Раутиан Т.Г. – количественная мера величины землетрясений, это десятичный логарифм высвободившейся сейсмической энергии, измеренной в джоулях ($K = \lg E$).

При определении энергетического класса события использовалась максимальная амплитуда в Р- и S-фазах сейсмических волн на короткопериодных каналах типа СКМ. Далее расчет K производился по формуле

$$K = 1,8 \lg(A_p + A_s) + \sigma_K(\Delta), \quad (1)$$

где A_p и A_s – максимальная амплитуда Р- и S-волн в микронах; $\sigma_K(\Delta)$ – калибровочная функция для $A_p + A_s$ в диапазоне расстояний от 10 до 3000 км.

Для определения m_{rv} измерялась амплитуда и период Р-фазы для момента времени, когда колебательная скорость максимальна. Измерения проводились на короткопериодном канале типа СКМ. Значение m_{rv} рассчитывалось по формуле

$$m_{rv} = \lg(A/T) + \sigma_{reg}(\Delta), \quad (2)$$

где A и T – амплитуда и период Р-волны, $\sigma_{reg}(\Delta)$ – калибровочная кривая в диапазоне расстояний от 10 до 1200 км.

Для настоящей работы по изучению магнитудной чувствительности из совместного бюллетеня КНЦД за период 2010-2020 гг. были выбраны те события, в обработке которых участвовала СГ Каратау. Количество таких событий составило ~45000. На рисунке 4 представлена карта эпицентров всех событий, зарегистрированных группой Каратау. Видно, что наибольшее количество эпицентров землетрясений расположено к югу, юго-востоку и востоку от Каратау. К северу и северо-востоку сейсмических событий с участием Каратау гораздо меньше, это связано с тем, что большая часть Казахстана является стабильной платформой, такие районы, как правило, слабосейсмичны.

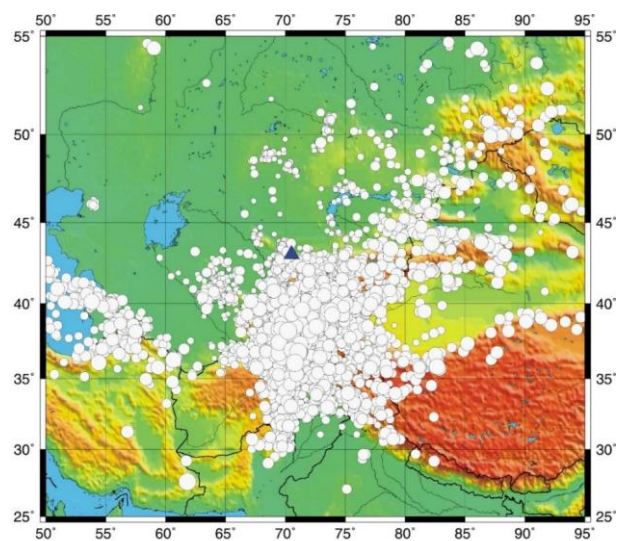


Рисунок 4. Карта эпицентров сейсмических событий из бюллетеня КНЦД, в обработке которых участвовала СГ ККАР (▲) за 2010–2020 гг.

На рисунке 5 приведены зависимости K и m_{rv} от расстояния для станции ККАР. В таблице приведены значения K_{min} , $K_{предст}$, $m_{rv_{min}}$ и $m_{rv_{предст}}$ для станции ККАР по всем событиям из выборки.

*Таблица. Дальность регистрации станции ККАР
по энергетическому классу K и m_{rv}*

Расстояние, км	K_{min}	$K_{предст}$	Расстояние, км	$m_{rv_{min}}$	$m_{rv_{предст}}$
50	2,44	2,94	20	0,15	0,65
100	3,15	3,65	50	0,53	1,03
150	3,34	3,84	100	0,99	1,49
200	3,56	4,06	150	1,21	1,71
250	3,76	4,26	200	1,07	1,57
300	3,91	4,41	250	1,34	1,84
400	4,31	4,81	400	1,4	1,9
450	4,53	5,03	500	1,65	2,15
500	4,73	5,23	600	1,81	2,31
600	5,04	5,54	1000	2,34	2,84
700	5,31	5,81	1300	2,64	3,14
834	6,08	6,58	1600	3,24	3,74
1000	6,24	6,74	2200	3,5	4
1600	7,79	8,29			
2000	8,7	9,2			
2500	10,01	10,51			

Анализируя таблицу, отметим, что СГ Каратау является очень эффективной и чувствительной станцией во всем диапазоне расстояний.

Аналитиками КНИЦД был замечен тот факт, что часто в сторону востока от станции не регистрируются события, аналогичные по энергии уверенно регистрируемым событиям с юга от станции. Для исследования азимутальной магнитудной чувствительности СГ Каратау были рассмотрены выборки по истинному азимуту на Памир-Гиндукуш (150–210 градусов, количество событий 32202), а также по истинному азимуту 60–120 градусов по направлению на г. Алматы Северный Тянь-Шань (количество 1893).

Ниже приведены результаты сопоставления графиков K и m_{rv} от расстояний для событий из 2-х районов (рисунки 6, 7). На рисунке 8 приведены заключительные кривые зависимости от расстояний предстательных значений K для событий из створа на Памир-Гиндукуш и Северный Тянь-Шань. Из сопоставления видно, что для района Тянь-Шаня, начиная с 300–400 км кривая по K значительно выше, чем для района Памира-Гиндукуша. Максимальная разница может достигать двух единиц энергетического класса. Это говорит о том, что сейсмическая группа Каратау гораздо более чувствительна в отношении южных событий, чем восточных.

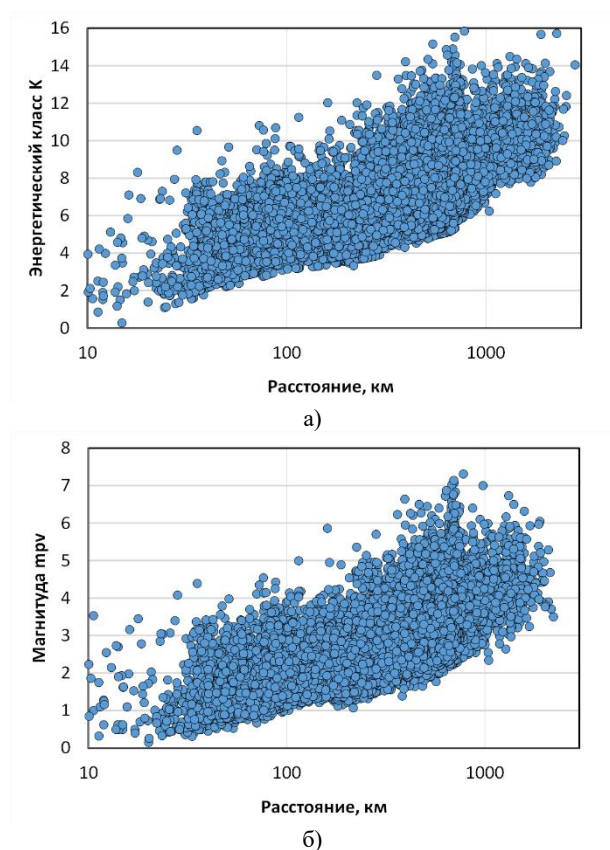


Рисунок 5. Графики дальности регистрации землетрясений по данным СГ Каратау для K (а) и m_{rv} (б)

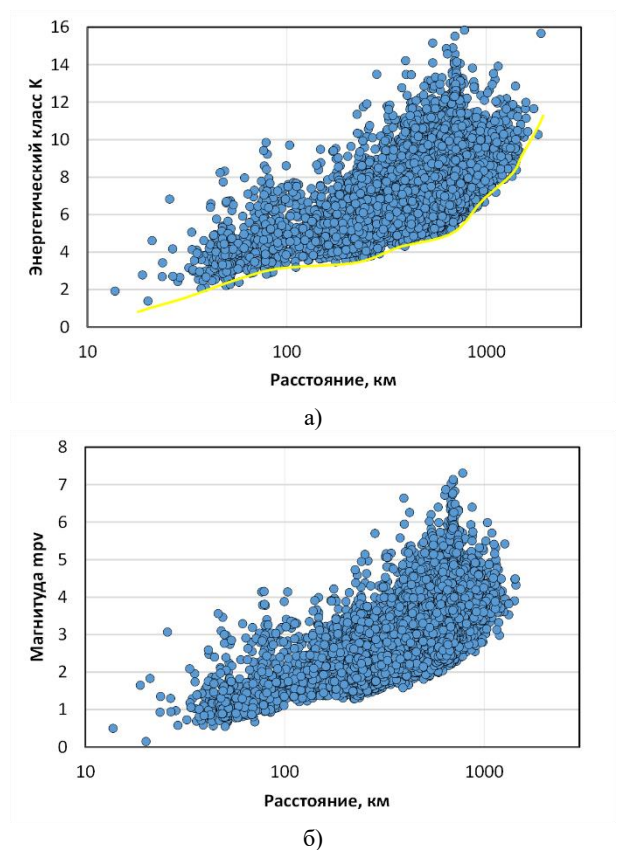


Рисунок 6. График дальности регистрации землетрясений по данным СГ Каратау по истинному азимуту 150–210 градусов на Памир-Гиндукуш по K (а) и m_{rv} (б)

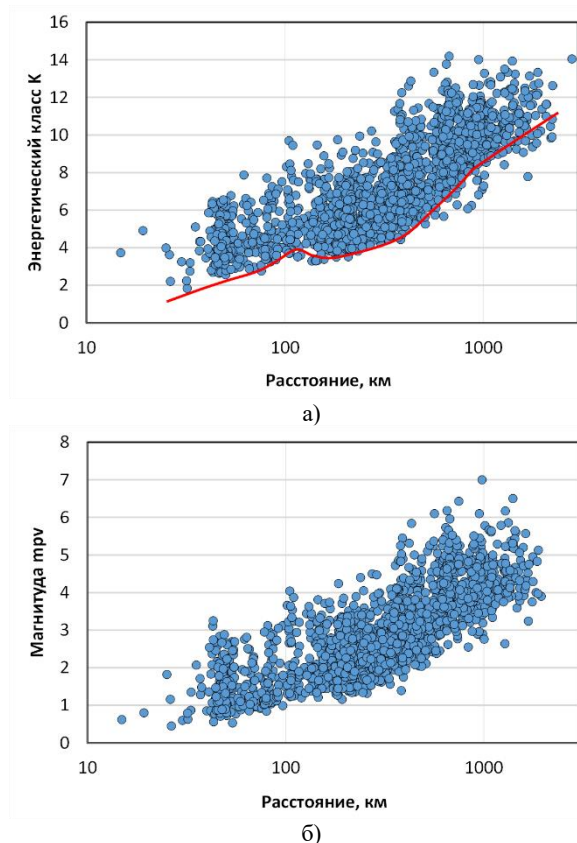


Рисунок 7. График дальности регистрации землетрясений по данным СГ Каратау по истинному азимуту 60–120 градусов по направлению на г. Алматы Северный Тянь-Шань по K (а) и mb (б)

Ранее аналогичный эффект был отмечен в работе [7] в отношении сейсмической группы Маканчи. На рисунке 8 ось абсцисс – расстояние от события до станции PS23 Маканчи в градусах, ось ординат – магнитуда события mb , сплошная линия – уровень представительной магнитуды, определенный в соответствии с графиками повторяемости. Изучены азимутальные различия в чувствительности станции PS23-Маканчи. Для этого все события, зарегистрированные станцией в 2003 г., разделены на две группы. В одну группу вошли события, произошедшие в северо-восточном направлении от станции PS23-Маканчи – события с азимутом подхода от 0 до 60 градусов. Таких событий в 2003 г. зарегистрировано 1385. Во вторую группу вошли события, произошедшие в юго-западном направлении от станции PS23-Маканчи – события с азимутом подхода от 180 до 240 градусов. В эту группу вошло 1875 событий. Для каждой из групп построены графики зависимости магнитуды зарегистрированных событий от расстояния до станции PS23-Маканчи и проведены огибающие по минимальным и представительным значениям магнитуд. Из рисунка 9 можно видеть, что с удалением от станции, разница в чувствительности станции к событиям, произошедшим в разных направлениях, растет.

Так, например, на расстоянии 10 градусов разница в уровне минимальных магнитуд достигает 0,9 единиц магнитуды (магнитуда 3,5 для событий из северо-восточного направления по сравнению с магнитудой 2,6 для событий из юго-западного направления). Было высказано предположение о возможных причинах такого явления. После изучения данных по Каратау можем утверждать, что, скорее всего, такие расхождения связаны с геологическим строением на пути распространения сейсмических волн, причем на больших глубинах, соответствующих глубокой коре и верхней мантии.

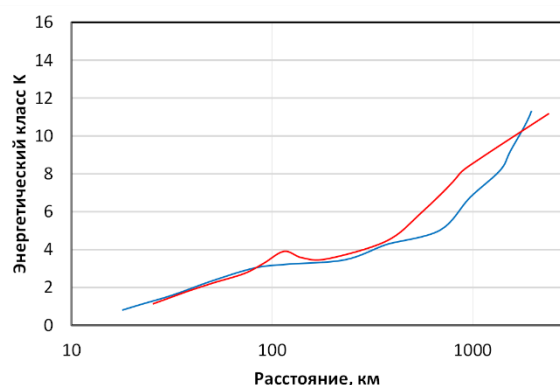


Рисунок 8. Сопоставление зависимости минимальных K для событий из створа на Памир-Гиндукуш (синяя линия) и Тянь-Шань (красная линия)

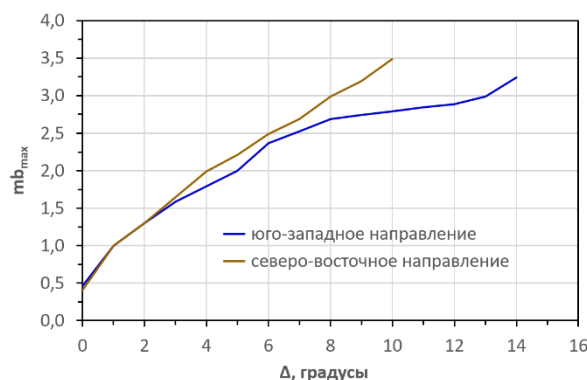


Рисунок 9. График азимутальных различий в чувствительности станции PS23-Маканчи

Различие в уровнях графиков начинается, как и в случае с Каратау, на 300–400 км. По абсолютным значениям разница достигает 0,7–0,9 единиц магнитуды mb . Это примерно то же, что мы наблюдаем и по Каратау, только по Маканчи график построен в магнитудам, а по Каратау в классах.

Этот факт подтверждается и картой минимальных энергетических классов по сейсмическим группам (рисунок 10). Видна асимметрия в значениях энергетических классов сейсмических событий вокруг Каратау. На юг от станции слабые события регистрируются на больших расстояниях, чем на восток.

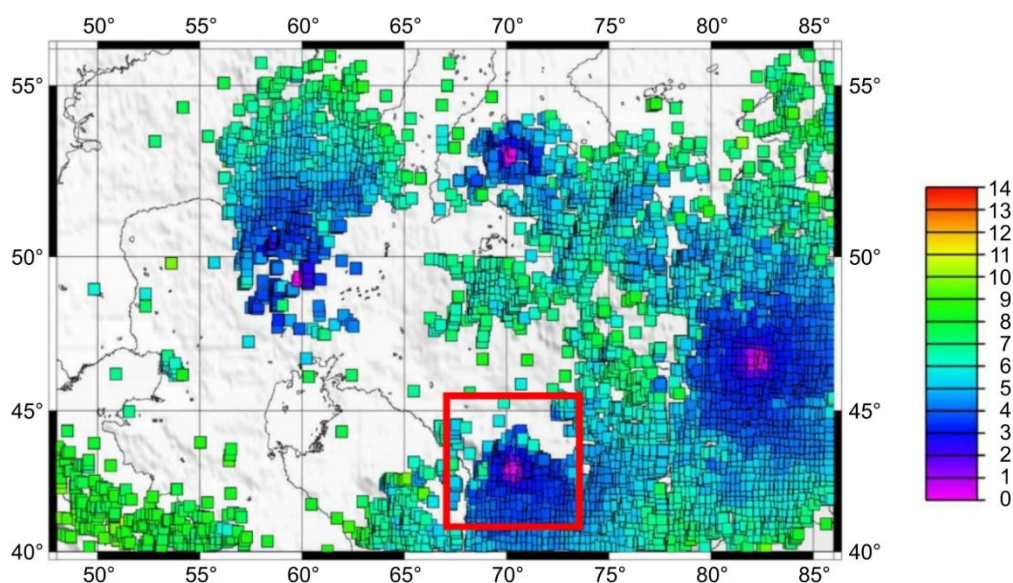


Рисунок 10. Карта минимальных энергетических классов K по сети ИГИ НЯЦ РК. Красный квадрат отмечает область вокруг станции Каратау

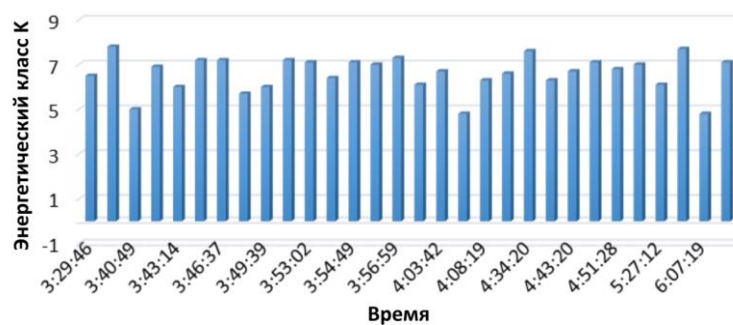


Рисунок 11. Энергетические классы взрывов за первые три часа

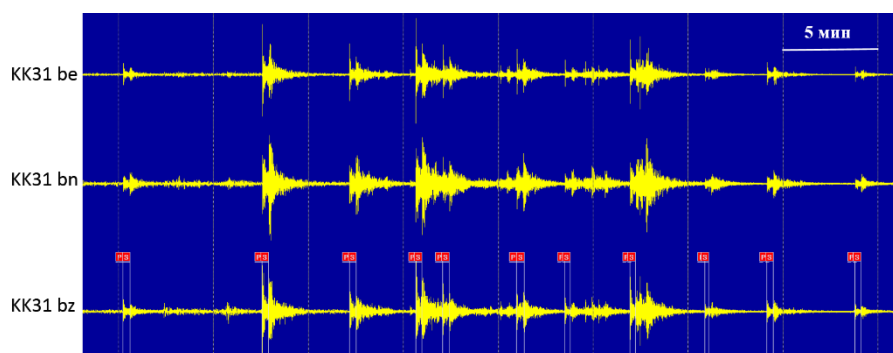


Рисунок 12. Записи взрывов по станции Каратау (KK31) 24 июня 2019 г. Показана запись примерно 45 минут

СГ КАРАТАУ В РЕГИСТРАЦИИ СЛАБЫХ ВЗРЫВОВ

В 2019 и 2021 гг. сейсмическая группа Каратау стала основной станцией в регистрации двух серий взрывов на военных складах в Южном Казахстане. В работе (Сейнасинов, Михайлова, 2020) были подробно описаны результаты регистрации и обработки взрывов в районе Арьса. Ближе всех к району взрывов находилась станция Каратау. Эпицентрального расстояние составило 165 км. На рисунке 11 показана временная развертка всех зарегистрированных стан-

ций Каратау взрывов за первые три часа, а на рисунке 12 – вид записей за первый час.

Анализ энергетических характеристик взрывов показал, что среди них было обработано несколько взрывов с $K=4,8$. Но по нашим результатам, можно было ожидать регистрации и еще более слабых событий с классом от 4,1. Вероятно, при наложении записей взрывов друг на друга аналитики могли пропустить столь слабые записи.

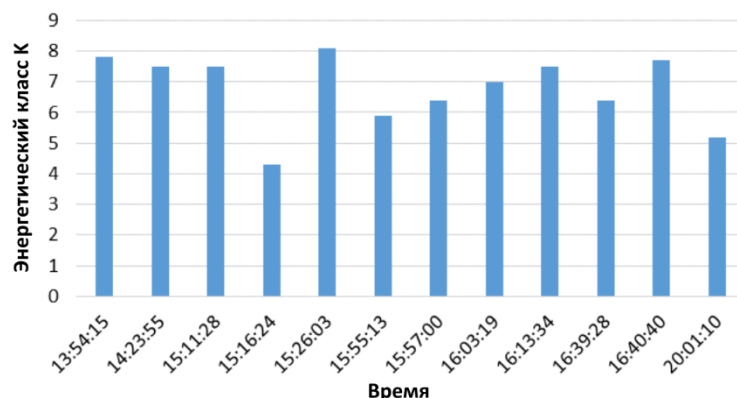


Рисунок 13. Энергетические классы взрывов за первые два часа за 26.08.2021 г.

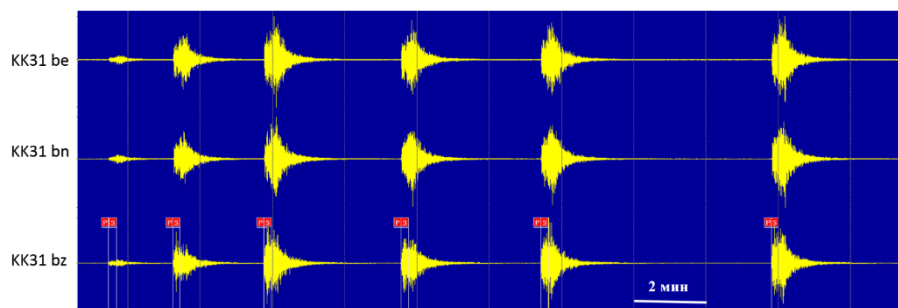


Рисунок 14. Записи взрывов по станции Каратау за 26.08. 2021г. Показана запись примерно за 20 мин.

Произошедшая серия взрывов 26 августа 2021 года показала, что ближайшей станцией вновь была станция Каратау, расположенная на расстоянии 89 км. Ею зарегистрировано 12 взрывов, самые слабые из зарегистрированных имели $K=4,3$. (рисунки 13, 14). Исходя из сделанных оценок магнитудной чувствительности, можно было рассчитывать на регистрацию и обработку и более слабых взрывов, начиная с 3,7. Но таких взрывов по станции Каратау мы не увидели. Можно предположить, что кроме субъективных факторов пропуска при обработке столь слабых событий, существуют и объективные закономерности, связанные с другими зависимостями предельных регистрируемых магнитуд и классов от расстояний для взрывов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На большом статистическом материале зарегистрированных землетрясений и взрывов станцией Каратау сделана оценка предельных и представительных значений магнитуд и энергетических классов на разных расстояниях по станции Каратау. Сделан вывод о том, что станция Каратау является одной из самых эффективных в сейсмическом мониторинге Центральной Азии.

2. Отмечена четкая азимутальная зависимость в магнитудной чувствительности регистрируемых землетрясений на юг и восток от станции.

3. На примере двух серий взрывов 2019 и 2021 гг. на военных складах в Южном Казахстане показаны возможности станции в регистрации слабых событий.

4. Исследования по этому направлению будут продолжены для установления причин резкого различия магнитудной чувствительности на разных азимутах. Предполагается изучение влияния разного поглощения сейсмических волн от источников на разных глубинах (коровых и глубокофокусных). Отдельно будет изучен вопрос дальности регистрации для землетрясений и взрывов.

Данные исследования финансировались Министерством энергетики Республики Казахстан в рамках научно-технической программы «Развитие атомной энергетики в Республике Казахстан» (ИРН – BR09158470).

ЛИТЕРАТУРА

1. Mikhailova N.N., Sokolova I.N. Monitoring system of the Institute of Geophysical Research of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan // Summary of the Bulletin of the International Seismological Centre 2016 January-June. – 2019. – V. 53. – Issue 1. – P. 27–38.
2. Михайлова Н.Н. Комаров И.И. Спектральные характеристики сейсмического шума по данным казахстанских станций мониторинга // Вестник НЯЦ РК. – 2006. – Вып. 2(26). – С. 19–26.
3. Гордиенко Д.Д. Временные вариации параметров сейсмического шума по данным станций НЯЦ РК // Вестник НЯЦ РК. – 2010. – Вып. 1(41). – С. 5–10.
4. Сейнасинов Н.А. Система контроля качества данных в Центре сбора и обработки специальной сейсмической информации / Н.А. Сейнасинов, Д.Д. Гордиенко // Вестник НЯЦ РК. – 2009. – Вып. 2(38). – С. 113–118.

5. Марченко В.Г., Неделков А.И., Комаров И.И. Новая сейсмическая группа "Каратау" в Казахстане // Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК. – 2002. – Вып. 2(10). – С. 9–13.
6. Михайлова Н.Н., Вольф Н.А., Синёва З.И. Сейсмичность районов, окружающих новые сейсмические группы Маканчи и Каратау // Геофизика и проблемы нераспространения. Радиоэкология. Охрана окружающей среды: Вестник НЯЦ РК. – 2003. – Вып. 2(14). – С. 94–99.
7. Михайлова Н.Н. Анализ магнитудной чувствительности сейсмической группы Каратау на региональных и телесеизмических расстояниях / Н.Н. Михайлова, З.И. Синёва // Вестник НЯЦ РК. – 2008. – Вып. 1(33). – С. 54–62.
8. Узбекиев Р.Б., Сейнасинов Н.А. Ядерное испытание в Северной Корее в 2016 году. // Вестник НЯЦ РК. – 2016. – Вып. 4(68). – С. 85–91.
9. Михайлова Н.Н., Неверова Н.П. Калибровочная функция для определения магнитуды MPVA землетрясений Северного Тянь-Шаня // Комплексные исследования на Алма-Атинском прогностическом полигоне. – Алма-Ата : Наука, 1986 г. – С. 41–47.
10. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясений на расстояниях 3000 км. // Труды ИФЗ АН СССР. – 1964. – № 32 (199). – С. 72–98.
11. Veith K.F., Clawson G.E. Magnitude from shortperiod P-wave data // Bulletin of the Seismological Society of America. – 1972. – Vol. 62. – No. 2. – P. 435–452.
12. Михайлова Н.Н., Синёва З.И. Оценка эффективности сейсмической группы PS23-Маканчи при регистрации региональных и телесеизмических событий // Вестник НЯЦ РК. – 2004. – Вып. 2(18). – С. 13–21.
13. Сейнасинов Н.А., Михайлова Н.Н. Взрывы боеприпасов близ г. Арыс по данным казахстанской сети мониторинга // Вестник НЯЦ РК. – 2020. – Вып. 3(83). – С. 33–37.
14. tiki seysmicheskogo shuma po dannym kazakhstanskikh stantsiy monitoringa // Vestnik NYaTs RK. – 2006. – Issue 2(26). – P. 19–26.
15. Gordienko D.D. Vremennye variatsii parametrov seysmicheskogo shuma po dannym stantsiy NYaTs RK // Vestnik NYaTs RK. – 2010. – Issue 1(41). – P. 5–10.
16. Seynasinov N.A. Sistema kontrolya kachestva dannykh v Tsentre sbora i obrabotki spetsial'noy seysmicheskoy informatsii / N.A. Seynasinov, D.D. Gordienko // Vestnik NYaTs RK. – 2009. – Issue 2(38). – P. 113–118.
17. Marchenko V.G., Nedelkov A.I., Komarov I.I. Novaya seysmicheskaya gruppа "Karatau" v Kazakhstane // Geofizika i problemy nerassprostraneniya: Vestnik NYaTs RK. – 2002. – Issue 2(10). – P. 9–13.
18. Mikhaylova N.N., Vol'f N.A., Sineva Z.I. Seysmichnost' rayonov, okruzhayushchikh novye seysmicheskie gruppy Makanchi i Karatau // Geofizika i problemy nerassprostraneniya. Radioekologiya. Okhrana okruzhayushchey sredy: Vestnik NYaTs RK. – 2003. – Issue 2(14). – P. 94–99.
19. Mikhaylova N.N. Analiz magnitudnoy chuvstvitel'nosti seysmicheskoy gruppy Karatau na regional'nykh i teleseysmicheskikh rasstoyaniyakh / N.N. Mikhaylova, Z.I. Sineva // Vestnik NYaTs RK. – 2008. – Issue 1(33). – P. 54–62.
20. Uzbekov R.B., Seynasinov N.A. Yadernoe ispytanie v Severnoy Koree v 2016 godu. // Vestnik NYaTs RK. – 2016. – Issue 4(68). – P. 85–91.
21. Mikhaylova N.N., Neverova N.P. Kalibrovchnaya funktsiya dlya opredeleniya magnitudy MPVA zemletryaseniye Severnogo Tyan'-Shanya // Kompleksnye issledovaniya na Alma-Atinskom prognosticheskom poligone. – Alma-Ata : Nauka, 1986 g. – P. 41–47.
22. Rautian T.G. Ob opredelenii energii zemletryaseniye na rasstoyaniyakh 3000 km. // Trudy IFZ AN SSSR. – 1964. – No. 32 (199). – P. 72–98.
23. Veith K.F., Clawson G.E. Magnitude from shortperiod P-wave data // Bulletin of the Seismological Society of America. – 1972. – Vol. 62. – No. 2. – P. 435–452.
24. Mikhaylova N.N., Sineva Z.I. Otsenka effektivnosti seysmicheskoy gruppy PS23-Makanchi pri registratsii regional'nykh i teleseysmicheskikh sobytiy // Vestnik NYaTs RK. – 2004. – Issue 2(18). – P. 13–21.
25. Seynasinov N.A., Mikhaylova N.N. Vzryvy boeprapasov bliz g. Arys po dannym kazakhstanskoy seti monitoringa // Vestnik NYaTs RK. – 2020. – Issue 3(83). – P. 33–37.

REFERENCES

ОРТАЛЫҚ АЗИЯНЫҢ СЕЙСМИКАЛЫҚ БАҚЫЛАУДАҒЫ ҚАРАТАУ ТОБЫНЫҢ МАГНЕТУДАЛЫҚ СЕЗІМДІЛІГІ

Н.А. Сейнасинов^{1,2)}, Н.Н. Михайлова¹⁾

¹⁾ ҚР ҰҰО РМК «Геофизикалық зерттеулер институты» филиалы, Курчатов, Қазақстан
²⁾ Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан

Қаратау сейсмикалық тобының 10 жылдан астам жұмысының нәтижелерінен алынған өкілетті статистикалық материал негізінде оның әртүрлі эпицентрлік қашықтықтардағы (станцияның магнитудалық сезімталдығы) әртүрлі магнитудалық оқиғаларды тіркеу мүмкіндігі зерттелді. Сейсмикалық толқындардың келу азимутына магнитудалық сезімталдықтың тәуелділігі зерттелді. Әр түрлі бағытта станцияның бір қашықтықтағы әлсіз жер сілкінісін тіркеуде әртүрлі мүмкіндіктері бар екені көрсетілген.

2019 және 2021 жылдары Оңтүстік Қазақстандағы әскери қоймалардағы снарядтардың жарылыстары бойынша Қаратау станциясының әлсіз оқиғаларын тіркеу үлгілері келтірілген.

Түйін сөздер: сейсмикалық топ, жер сілкінісі, жарылыс, сейсмограмма, бюллетень, магнитуда, эпицентр, азимуттық тәуелділік.

MAGNITUDE SENSITIVITY OF KARATAYU SEISMIC ARRAY
IN MONITORING OF SEISMICITY IN CENTRAL ASIA

N.A. Seinassinov^{1,2)}, N.N. Mikhailova¹⁾

¹⁾ Branch "Institute of Geophysical Research" RSE NNC RK, Kurchatov, Kazakhstan

²⁾ Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satbayev, Almaty, Kazakhstan

The capability to record events of different magnitude at various epicentral distances (magnitude sensitivity of the station) was studied basing on representative statistical material obtained by the results of Karatayu seismic array operation for more than 10 years period. The dependence of magnitude sensitivity on azimuth of seismic waves arrival was studied. It is shown that depending on the direction, the station has different capabilities in recoding of small earthquakes at the same distance. The examples of small events recorded by Karatayu station are shown by a series of two explosions of shells at military warehouses in the south Kazakhstan in 2019 and 2021.

Keywords: seismic array, earthquake, explosion, seismogram, bulletin, magnitude, epicenter, azimuthal dependence.