

УДК 621.039.9

ЦЕНТРУ ДАННЫХ ИНСТИТУТА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ – 15 ЛЕТ

Михайлова Н.Н.

Институт геофизических исследований, Курчатов, Казахстан

2014 г. – год 20-летия Института геофизических исследований (ИГИ), а его Центру данных исполняется 15 лет. В статье характеризуются основные направления и результаты деятельности Центра данных (Центр сбора и обработки специальной сейсмической информации, ЦСОССИ – филиала ИГИ).

Центр сбора и обработки специальной сейсмической информации, исполняющий функции Казахстанского национального Центра данных (KNDC) в системе Международного мониторинга в рамках Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ), организован в 1999 г. в г. Алматы в составе Института геофизических исследований.

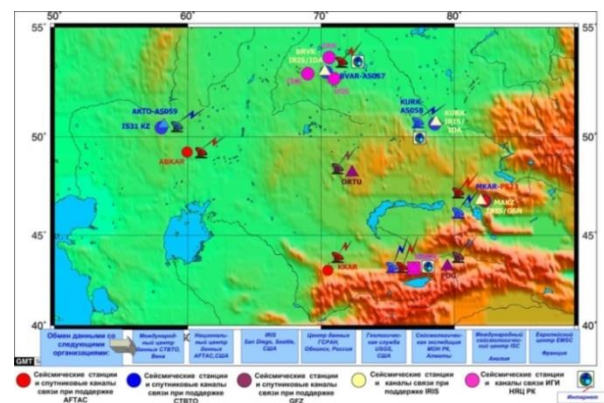
За прошедшие 15 лет значительное развитие получила казахстанская система мониторинга землетрясений и взрывов, находящаяся под оперативным управлением ИГИ. Одновременно с ней динамично развивался и Центр данных с начальной целью – обеспечение сбора, передачи данных станций и их обработка. Постепенно задачи Центра данных расширялись, включая исследования в направлениях по совершенствованию обнаружения, локализации, распознавания событий, использованию данных мониторинга в прикладных задачах сейсмологии. В настоящее время основными функциями Центра данных являются:

- 1) обеспечение сбора и передачи данных для осуществления глобального и регионального мониторинга сейсмических и инфразвуковых событий;
- 2) обработка поступающих данных в разных режимах оперативности;
- 3) методические и научные исследования;
- 4) проведение тренингов и школ-семинаров для специалистов стран Центральной Азии в рамках созданного Международного учебного центра в поддержку ОДВЗЯИ.

1. ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА СЕЙСМИЧЕСКИХ И ИНФРАЗВУКОВЫХ СОБЫТИЙ

В Казахстане используются две технологии мониторинга – сейсмическая и инфразвуковая. Создана новая современная система наблюдений, осуществляющая непрерывную сейсмическую и инфразвуковую службу, как в рамках глобального мониторинга, так и регионального мониторинга [1].

Сейсмический мониторинг. Наблюдения проводятся с использованием сейсмических групп и станций, расположенных по периметру территории Республики (рисунок 1). В Центр данных в реальном времени поступают данные с пяти сейсмических групп и семи трехкомпонентных станций [2]. На модернизации находится созданная в советское время уникальная большебазовая сейсмическая группа Боровое, включающая в себя три сейсмические малоапертурные группы [3]. Дополнительно к казахстанским станциям в реальном времени ведется сбор данных с двух сейсмических групп и двух трехкомпонентных станций соседних государств – Туркменистана, России и Кыргызстана. В постреальном времени (спустя сутки) для сейсмических бюллетеней поступают таблицы времен вступлений с 24 станций Сейсмологической опытно-методической экспедиции (СОМЭ) МОН РК, расположенных преимущественно в юго-восточной и южной части Казахстана. Таким образом, Центр данных оперативно располагает сейсмической информацией по обширной территории Центральной Азии для осуществления оперативного контроля за сейсмической ситуацией по всему региону (рисунок 2).



Розовый квадрат – Центр данных в г. Алматы

Рисунок 1. Система наблюдений ИГИ

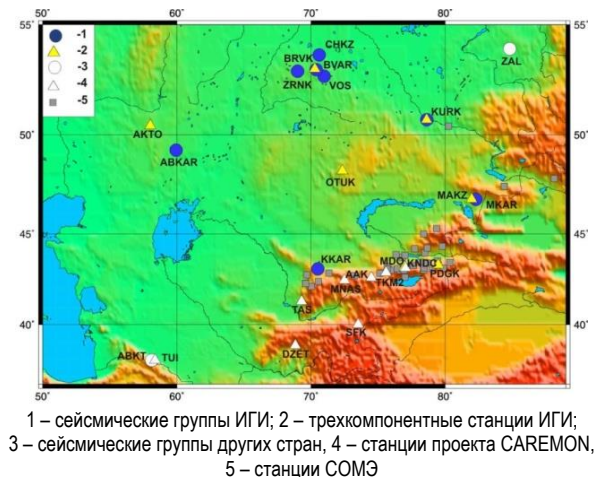


Рисунок 2. Расположение сейсмических станций, используемых для составления сейсмических бюллетеней Центральной Азии

Инфразвуковой мониторинг (рисунок 3) осуществляется двумя казахстанскими станциями – IS31-Актюбинск и Курчатов. Дополнительно поступают данные с российской инфразвуковой группы Залесово [4,5]. Планируется создание еще двух инфразвуковых станций – Маканчи и Боровое.

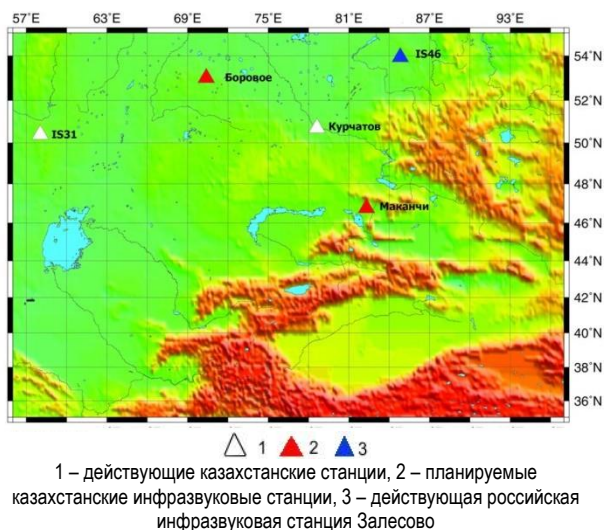


Рисунок 3. Карта расположения инфразвуковых станций

Станции ИГИ созданы благодаря сотрудничеству с рядом международных и зарубежных организаций: ОДВЗЯИ (5 станций Международной сети мониторинга, IMS), Центра прикладных технологий воздушных сил США – АФТАС (3 станции), Корпорации исследовательских сейсмологических университетов США – IRIS (3 станции), Германского центра исследования Земли - GFZ (2 станции). В становлении службы мониторинга важную роль сыграли норвежский центр НОРСАР, Ламонт-Дохертская земная обсерватория Колумбийского университета, Национальный центр данных Франции и CEA/DASE Комиссариата по атомной энергии

Франции. Исходные данные сети станций Казахстана в реальном времени предоставляются в Международный центр данных (IDC СТВТО) в Вену, в Национальный центр данных – USNDC (Флорида, США), в Калифорнийский университет США в Сан-Диего.

2. ОБРАБОТКА ПОСТУПАЮЩИХ ДАННЫХ В РАЗНЫХ РЕЖИМАХ ОПЕРАТИВНОСТИ

Обработка данных всех станций сети ведется в Центре данных в г. Алматы в разных режимах оперативности, результаты предоставляются различным пользователям и организациям в Республике Казахстан и за ее пределы [6].

Срочные донесения. По данным, поступающим в реальном времени, проводится срочная локализация событий. Результаты предоставляются на веб-сайте Центра данных www.kndc.kz для всех заинтересованных пользователей, отправляются в МЧС РК, Европейский Средиземноморский центр – EMSC (Париж, Франция), в Центр данных Геофизической службы России в г. Обнинск.

Автоматическая обработка данных. Автоматические сейсмические бюллетени составляются по данным нескольких опорных сейсмических станций, поступающим в реальном времени. Используется программное обеспечение, предоставленное Центром НОРСАР (Норвегия). Автоматические сейсмические бюллетени предоставляются на веб-сайте казахстанского Центра, отправляются автоматически в EMSC, являются основой для работы аналитиков на всех последующих этапах обработки.

Интерактивный оперативный сейсмический бюллетень создается аналитиками Центра по данным всех сейсмических станций, поступающим в реальном времени. Используется программное обеспечение DATASCOPE, Seetools (USNDC). Результаты представляются на веб-сайте Центра, в МЧС РК.

Сводный сейсмический бюллетень составляется по совместным данным станций двух сетей наблюдений Казахстана – ИГИ и СОМЭ. Используются как данные, полученные в реальном времени, так и таблицы времен вступлений по станциям СОМЭ. Результатом является региональный сейсмический бюллетень Центральной Азии, который пересылается в СОМЭ, Институт сейсмологии МОН РК и другим специальным пользователям. Кроме того, он направляется в Международный центр данных ISC в Англию.

Все вышеперечисленные сейсмические бюллетени являются оперативными, содержат данные по сейсмическим событиям – землетрясениям и взрывам. Самый «поздний» бюллетень – сводный, создается через сутки после реального времени события.

Ретроспективно проводится распознавание природы сейсмических событий и составление сейсмических бюллетеней с указанием природы событий – землетрясений и взрывов. Эти бюллетени представ-

ляются в ISC (Англия) и используются в различных прикладных целях. На рисунке 4 приведен пример карты эпицентров событий, включенных в сводный бюллетень за год.

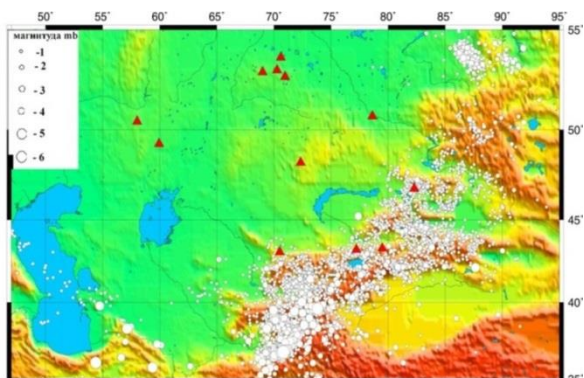


Рисунок 4. Эпицентры землетрясений на территории Центральной Азии за год по данным сводного бюллетеня взрывы на территории России из бюллетеня не удалены)

Годовой бюллетень включает примерно 7000 землетрясений и 4000 взрывов.

Инфразвуковые бюллетени детектирования и событий.

В последние годы по данным каждой из двух инфразвуковых станций: IS31-Актюбинск и Курчатов ведется оперативное составление автоматических бюллетеней детектирования [7]. На рисунке 5 показана азимутальная диаграмма детектирования по станции IS31-Актюбинск. Аналогичная диаграмма построена для станции Курчатов. Преобладающие направления приема сигналов явились предметом специальных исследований.

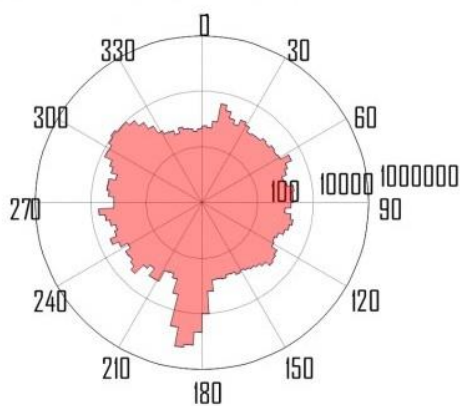


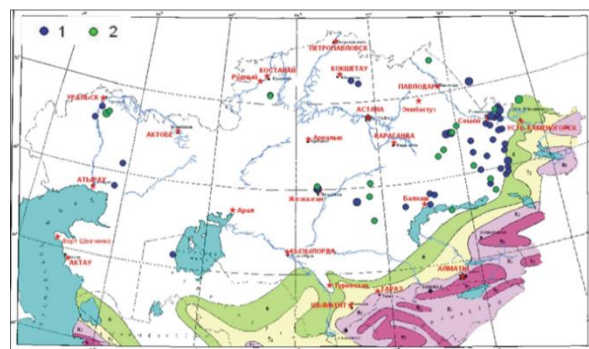
Рисунок 5. Станция IS31 Актюбинск. Азимутальная диаграмма, построенная по 600 500 детектированиям за 5 лет (2007 - 2011 гг.)

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Мониторинг землетрясений и взрывов. Использование его результатов для оценки сейсмической опасности Казахстана и Центральной Азии. Создание Центра данных пришлось на годы, когда был открыт для подписания ДВЗЯИ [8]. Многие ядер-

ные державы к этому времени уже подписали договор и прекратили ядерные испытания. Поэтому за годы работы Центра на станциях Казахстана зарегистрированы и обработаны данные небольшого количества произведенных ядерных взрывов – на полигонах Индии и Пакистана в 1998 г. [9], Северной Кореи в 2006, 2009, 2013 гг. [10,11]. Для всех ядерных испытаний определены параметры, изучены систематические поправки для станций относительно этих полигонов.

Основную массу регистрируемых событий составляют землетрясения. Зарегистрированы несколько десятков тысяч землетрясений на территории Центральной Азии и Казахстана, составлены сейсмические бюллетени и каталоги. Важный результат получен по оценке сейсмической опасности территории Казахстана – открыты и изучены ряд новых сейсмоактивных областей Казахстана, ранее считавшихся асейсмичными. В Центральном Казахстане наиболее сильными были Шалгинское землетрясение 2001 г., $M=5,2$, интенсивность в эпицентре 6 баллов [12], вблизи Караганды в 2014 г., $M=5,2$, интенсивность в эпицентре 6 баллов [12]; землетрясения вблизи Семипалатинского полигона [13], естественные и техногенные землетрясения в Западном Казахстане (Шалкарское 2008 г., магнитуда 5,1, интенсивность в эпицентре 7 баллов) [14], Тенгизские землетрясения 2011 и 2014 гг., землетрясения в Северном Казахстане вблизи г. Рудный и курорта Боровое [15]. На рисунке 6 показаны эпицентры землетрясений в слабоактивных областях Казахстана.



1 – землетрясения, найденные по архивным данным, зеленые 2 – зарегистрированы в Центре данных

Рисунок 6. Эпицентры зарегистрированных землетрясений на фоне карты общего сейсмического районирования Казахстана 1998 г.

В каждой из вновь открытых сейсмических зон проведено изучение исторической сейсмичности по архивным данным. Полученные данные учитываются в настоящее время при составлении новой карты общего сейсмического зонирования территории Казахстана. Институт геофизических исследований участник этого большого проекта.

Результаты мониторинга в рамках региона Центральной Азии нашли применение в двух региональных проектах: CASRI (проект МНТЦ по управлению сейсмическим риском в Центральной Азии) и ЕМСА (проект GFZ и стран Центральной Азии по созданию модели землетрясений Центральной Азии). Центр данных составил каталог землетрясений в Центральной Азии с исторических времен до 2009 г. (рисунок 7) Каталог явился основой для расчета сейсмической опасности территории региона.

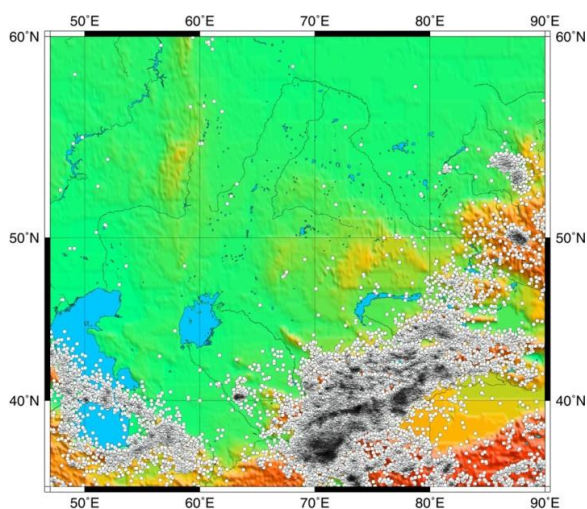


Рисунок 7. Карта эпицентров землетрясений Центральной Азии с древнейших времен до 2009 г.

Для всех землетрясений с магнитудой более 3 ведется определение механизмов очагов, сопоставление их с решениями СМТ (тензора момента центроида), что позволяет исследовать региональное поле сеймотектонической деформации и вариации его параметров во времени.

Изучение калибровочных взрывов на Семипалатинском испытательном полигоне (СИП). В 1997 – 2000 г. была проведена серия сильных химических взрывов на территории СИП в скважинах и штольнях. Взрывы использованы для калибровки сейсмических станций системы международного мониторинга. Для их регистрации были организованы специальные сети сейсмических наблюдений. В Центре данных проведено детальное изучение записей взрывов. Построен региональный годограф сейсмических волн для территории Центрального Казахстана, который впоследствии успешно использовался для локализации событий при проведении серии учений по Инспекции на месте на СИП, организованных ОДВЗЯИ. Для всех взрывов получены значения магнитуд и энергетических классов, исследованы зависимости этих характеристик от мощности и глубины взрывов [16]. Изучено также влияние геологических и ряда других факторов на сейсмический эффект взрывов.

Цикл исследований по изучению сейсмических шумов. Эти исследования проведены для решения различных задач, таких как: выбор площадок под строительство сейсмических групп, изучение влияния глубины установки регистрирующей аппаратуры на уровень сейсмического шума, создание моделей шума на станциях для оперативного контроля работы их систем (рисунок 8), изучение длиннопериодных и короткопериодных вариаций сейсмического шума [17–19]. Отдельно изучены специфические источники сейсмического шума, такие, как например, штормы на озере Иссык-Куль [20]. Разработанная методика контроля состояния станций по характеристикам сейсмического шума используется в практике работы Центра.

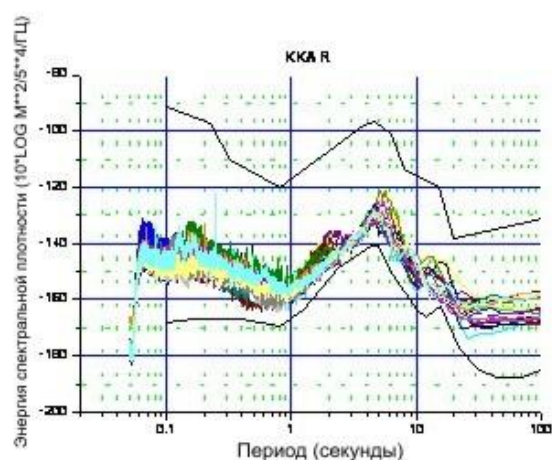


Рисунок 8. Модель сейсмического шума станции Каратау

Исследования по идентификации природы и изучению источников сейсмических и инфразвуковых событий.

– В поддержку распознавания природы сейсмических событий проведены масштабные полевые работы по оценке взрывной деятельности на различных карьерах Казахстана с посещением каждого карьера [21, 22]. Установлены активно действующие карьеры с химическими промышленными взрывами. Создана база данных по всем карьерам (координаты, количество взрывов в год, мощность и др.), а также база эталонных взрывов на этих карьерах (рисунок 9). Разрабатываются методики распознавания землетрясений и карьерных взрывов с применением спектральных и корреляционных методов. Составлены каталоги карьерных взрывов и карты их эпицентров.

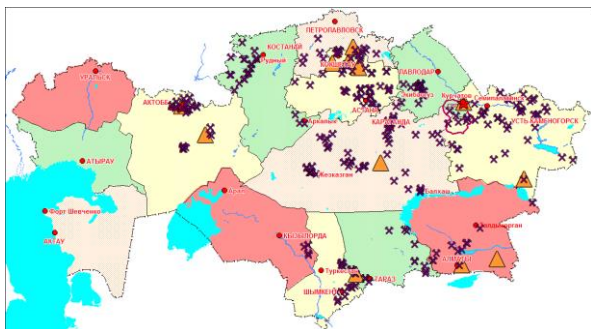


Рисунок 9. Обследованные карьеры и шахты, взрывы на которых регистрируются станциями Казахстана

– Изучены источники генерации микросейсм и микробаром, регистрируемых казахстанскими станциями, по комплексу данных – инфразвуковых, сейсмических, метеорологических [23]. Установлено, что такими источниками, являются преимущественно штормы в океанах на северо-западе от Центрально-Азиатского региона и в Тихом океане. Изучены спектральные характеристики сигналов от этих источников и особенности их проявления. На рисунке 10 приведены примеры девиации баказимутов сигналов для сейсмической группы Акбулак и инфразвуковой станции IS31-Актюбинск, где четко выделяются направления на источники. С использованием данных по всем сейсмическим группам проведена локализация источников микросейсм и микробаром (рисунок 11).

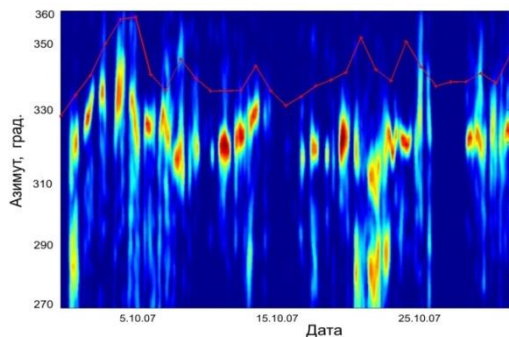


Рисунок 10. Сейсмическая группа Акбулак и инфразвуковая группа IS31 Актюбинск. Девиация баказимутов сигналов



Рисунок 11. Локализованное по сети станций место генерации микросейсм и микробаром (красный крестик)

– Впервые выявлены и изучены новые для Казахстана необычные источники сейсмических колебаний - ледовые и ледниковые землетрясения в высотном Тянь-Шане [24]. На рисунке 12 приведен пример записей таких событий станцией, расположенной на расстоянии 100 км. Изучены суточные и сезонные вариации количества событий (их количество в отдельные сутки достигает 70 – 100), характерные признаки на записях сейсмических станций ИГИ, СОМЭ, а также на некоторых станциях Кыргызстана. Благодаря этому, события исключаются из каталога землетрясений, что улучшает расчеты сейсмической опасности.

– Выявлены и идентифицированы для разных станций записи таких природных источников, как грозовые явления, сели, оползни, лавины, вскрытие льда на озерах (рисунок 13), [25]. Ранее такие исследования в Казахстане не проводились.

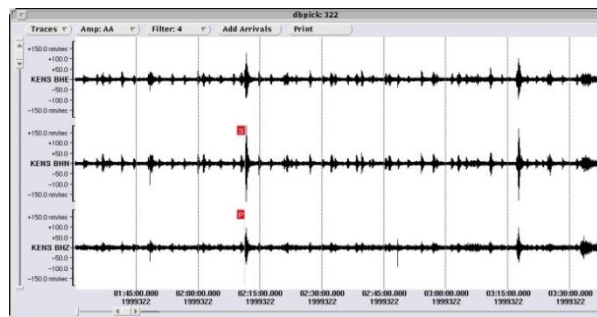


Рисунок 12. Записи ледовых событий станцией Кенсу

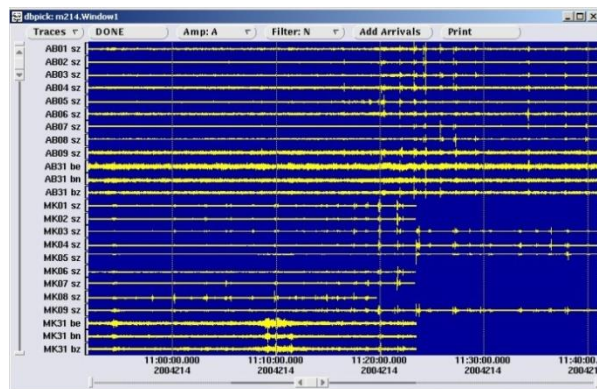


Рисунок 13. Записи гроз на станциях Маканчи и Акбулак

– Детально по инфразвуковым данным изучен постоянно действующий источник в Западном Казахстане - факелы сжигания попутного газа на месторождении Жанажол [26]. С участием специалистов СЕА/DASE проведен полевой эксперимент с установкой временных микробарографов для локализации этого источника и более детального изучения.

– Сейсмическими и инфразвуковыми станциями зарегистрированы и изучены сигналы от аварийных запусков ракет-носителей, пролет и взрыв Челябинского метеорита. Инфразвуковая запись стан-

ции IS31-Актюбинск взрыва Челябинского метеорита была самой интенсивной за все время существования инфразвуковой сети мониторинга ОДВЗЯИ (рисунок 14). Оценены сейсмические параметры источника сейсмических колебаний – удара взрывной волны от метеорита о поверхность Земли (эпицентр и высота взрыва, магнитуда, энергетический класс и др.).

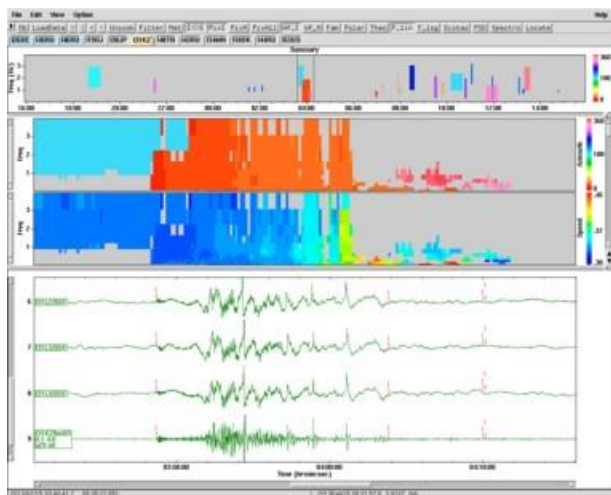


Рисунок 14. Инфразвуковая станция IS31- Актюбинск. Запись и РМСС - диаграмма инфразвуковых колебаний от Челябинского метеорита 15 февраля 2013 г.

Благодаря вышеописанным исследованиям по идентификации природы сейсмических и инфразвуковых источников повышена эффективность мониторинга, улучшены составляемые каталоги землетрясений, снижены ошибки в трактовке природы событий в каталогах.

Цикл работ по оцифровке и изучению исторических сейсмограмм. Интерес к историческим аналоговым сейсмограммам ядерных взрывов, накопленным в различных сейсмологических архивах мира, возрос в связи с необходимостью использования представительного объема данных по ядерным взрывам для тестирования методик распознавания природы событий (после подписания ДВЗЯИ произведено 7 ядерных испытаний). Работы по оцифровке стартовали в 1998 г. в рамках проекта МНТЦ К-063 и продолжены в Институте геофизических исследований. Важную роль в организации этих работ сыграла Ламонт-Дохертская обсерватория Колумбийского университета США. В 2005 – 2011 гг. в Институте геофизических исследований были оцифрованы более 6000 аналоговых сейсмограмм ядерных взрывов, зарегистрированных на фотобумагу из архивов СОМЭ МОН РК, ИГИ, КСЭ ИФЗ РАН и Кыргызского Института сейсмологии НАН КР. В 2012 г. стартовал совместный с LDEO проект по оцифровке исторических сейсмограмм из архивов Казахстана, благодаря которому ведется оцифровка сейсмограмм, в том числе дугообразных, и создается общая база данных сейсмограмм ядерных

взрывов, оцифрованных в рамках различных проектов. Созданная база данных с успехом используется для различных задач [1]: уточнения параметров слабых ядерных взрывов, для сейсмического распознавания ядерных взрывов и землетрясений; изучения пространственно-временных вариаций поля поглощения поперечных волн; изучения длиннопериодных вариаций скоростей сейсмических волн; построения региональных годографов сейсмических волн; изучения последствий влияния мощных взрывов на среду и др.

Цикл исследований по геодинамике Центральной Азии и других областей мира. Данные станций ИГИ сейсмического мониторинга широко используются для решения таких прикладных задач сейсмологии, как среднесрочный прогноз сильных землетрясений в районе Центральной и Южной Азии – выявление мест подготовки будущих сильных землетрясений, – изучение геодинамических процессов в районах крупных ядерных полигонов мира (совместно со специалистами ИФЗ РАН). Предложена качественная модель подготовки сильного корового землетрясения, которая связана с образованием в нижней коре и верхах мантии слоя большой вертикальной протяженности, насыщенного флюидами, и концентрацией напряжений на его кровле. Присутствие жидкой фазы ускоряет процесс подготовки сильного землетрясения; с другой стороны, крупное сейсмическое событие облегчает подъем глубинных флюидов, что, в конечном счете, приводит к уменьшению потенциальной энергии Земли. Созданная модель ретроспективно опробована на ряде сильных землетрясений в разных районах земного шара. На ее основе проведен анализ геодинамических процессов в обширном районе Центральной и Южной Азии, где выделены зоны, характеризующиеся высоким поглощением короткопериодных поперечных волн в нижней коре и верхах мантии, свидетельствующих об относительно высоком содержании флюидов.

Совместно с методом анализа поглощения используется новый сейсмологический метод, основанный на выделении колец сейсмичности, формирующихся перед сильными коровыми землетрясениями [28–30]. Выделение таких структур позволяет уточнить положение очаговых зон будущих землетрясений, а также определить магнитуды ожидаемых событий [28]. Кроме того, приблизительно оценивается время реализации сильных землетрясений [28]. Дополнительно в зонах с аномально высоким поглощением рассматриваются сеймотектонические деформации, особенности которых свидетельствуют об ускорении процессов подготовки сильных землетрясений. В соответствии с разработанной методикой выделены места подготовки сильных землетрясений (с магнитудой больше 7) в районе Центрального Тянь-Шаня, оценены магнитуды возможных сильных землетрясений:

$M_w \sim 7.1 \pm 0.6$; 7.1 ± 0.4 ; 7.2 ± 0.1 и 7.8 ± 0.6 соответственно в областях Киргизского хр., Ферганского хр. (поблизости от Токтогульского водохранилища), Нарынской впадины и Заалайского хребта. По данным о пространственно-временных вариациях структуры поля поглощения S-волн, получены данные, свидетельствующие о том, что длительное интенсивное техногенное воздействие в районах крупных ядерных полигонов привело к существенному изменению структуры флюидного поля в земной коре и верхах мантии. Изучены геодинамические процессы в районах ядерных полигонов Лобнор, Новая Земля СИП и Невада.

Совместные работы с IRIS/DMC. На протяжении 15 лет Центр данных осуществляет тесное сотрудничество с IRIS/DMC, объединяющим усилия многих стран мира в глобальных сейсмических наблюдениях и обмене данными между Национальными и Международными центрами данных. С 1999 г. Центр данных ведет работы по генерации SEED-архивов сейсмограмм по станциям ИГИ. Сгенерированы SEED-архивы для трехкомпонентных станций за 1999 – 2013 гг. (в IRISDMC хранятся данные по сети KZNET с 1994 г.), для элементов сейсмических групп за 1995 – 2013 гг., для полевых экспериментов на территории СИП за 2005 – 2008 гг. Общий объем этих данных составляет более 2 Тб. Данные широко используются исследователями мира. На рисунке 15 показано распределение запросов данных по казахстанской сети станций KZNET [31].

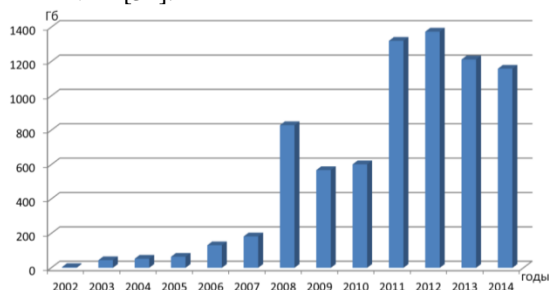


Рисунок 15. Распределение запросов данных по казахстанской сети станций (за 2014 год приведены прогнозные данные)

ЛИТЕРАТУРА

1. Mikhailova, N.N. Kazakhstan National Data Center in Global and Regional Monitoring / N.N. Mikhailova, I.I. Komarov, Z.I. Sinyova, I.N. Sokolova, A.A. Smirnov / Book of Abstracts ESC 33rd General Assembly // М : 19-24 August 2012 – с. 249.
2. Беляшова, Н.Н. Система мониторинга ядерных испытаний НЯЦ РК: развитие и возможности / Н.Н. Беляшова., Н.Н. Михайлова // Вестник НЯЦ РК, 2007. – Вып. 2. – С.5 – 8.
3. Синева, З.И. Обоснование апертуры новой сейсмической группы «Боровое» на основе корреляционного анализа сейсмических данных / З.И. Синева, Ю.О. Старовойт, Н.Н. Михайлова //Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК. - Курчатов: НЯЦ РК, 2001. – Вып.2. – С. 55 - 59.
4. Смирнов, А.А. Новая инфразвуковая группа «Курчатов» в Казахстане. / А.А. Смирнов, А.В. Беляшов., В.И. Донцов, В.И. Дубровин, В.Г. Кунаков //Вестник НЯЦ РК. - Курчатов: Тезисы докладов VII международной конференции «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий», 06-10 августа 2012, Курчатов, 2012.
5. Смирнов, А.А. Новая инфразвуковая станция международной системы мониторинга ДВЗЯИ Казахстан, Актюбинск. / А.А. Смирнов, В.Н. Демин, В.Г. Кунаков // Тезисы докладов международной конференции «Мониторинг ядерных испытаний и их последствий», Боровое, Казахстан, 12-16 августа 2002 г.

4. ПРОВЕДЕНИЕ ТРЕНИНГОВ И ШКОЛ-СЕМИНАРОВ ДЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ СТРАН ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ В РАМКАХ СОЗДАННОГО УЧЕБНОГО ЦЕНТРА В ПОДДЕРЖКУ ОДВЗЯИ

Решение о необходимости создания учебных курсов для специалистов Центральной Азии было принято в 2006 г. на совещании сейсмологов стран Центральной Азии, инициированном и проведенном на базе Центра данных с участием менеджера программ IRIS/DMC Тима Ахерна. В 2009 г. норвежский центр НОРСАР поддержал идею о создании «Учебного центра в поддержку ДВЗЯИ», а правительство Норвегии оказало финансовую поддержку. За время существования учебного центра с 2010 г. по 2014 г. проведено 12 месячных курсов обучения «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Обучение прошли 58 специалистов из 5 стран Центральной Азии: Кыргызстана, Узбекистана, Туркменистана, Таджикистана, Казахстана. С 2013 г. проводятся одно-двухнедельные тематические школы-семинары. Проведены две такие школы: «Сканирование и оцифровка исторических аналоговых сейсмограмм» (обучились 10 человек из двух стран - Казахстана и Кыргызстана).

Все эти годы практически неизменным оставался основной состав специалистов Центра данных. Это, безусловно, - Злата Синева, безвременно ушедшая в октябре 2012 г., роль которой в становлении Центра трудно переоценить. Это - И.И. Комаров, И.Н.Соколова, В.Г.Кунаков, А.А.Смирнов, И.Л.Аристова, А.Е.Великанов, создавшие как техническую базу, так и отдельные направления исследований. Благодаря участию в работах Центра Копничева Ю.Ф., Полешко Н.Н., развиваются важные для Казахстана направления исследований. Активно включились в работу и молодые специалисты, на которых возлагаются большие надежды в развитии Центра в будущем.

6. Михайлова, Н.Н. Казахстанский центр сбора и обработки специальной сейсмической информации: функции, задачи, система телекоммуникаций, базы данных / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров, З.И. Синева И.Н. Соколова // Вестник НЯЦ РК, 2001. – Вып. 2, - С. 21 – 26.
7. Mikhailova, N.N. Variety of infrasound sources producing signals registered by IS31 Aktyubinsk infrasound array. / N.N. Mikhailova, A.A. Smirnov, V.I. Dubrovin // Book of Abstracts ESC 33rd General Assembly, Moscow, 19-24 August 2012.
8. Договор о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ: текст об учреждении Подготовительной комиссии Организации Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. – 1998. – Вена: Подготовительная комиссия ДВЗЯИ. – 165 с.
9. Михайлова, Н.Н. Анализ сейсмограмм Индийского и Пакистанского подземных ядерных взрывов 1998 г. по данным Казахской сейсмической сети наблюдений. / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров, З.И. Синева // Технология ядерной энергетики: Тез. докл. Междунар. семинара, 14-17 мая 2000 г. Астана, 2000.
10. Михайлова, Н.Н. Северокорейское ядерное испытание 9 октября 2006 г. по данным Казахской и глобальной систем мониторинга. / Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова // Вестник НЯЦ РК. Выпуск 1. 2008 г. С.17-26.
11. Михайлова, Н.Н. Северокорейское ядерное испытание 25 мая 2009 г. по данным казахстанской системы мониторинга / Н.Н. Михайлова // Вестник НЯЦ РК, 2009. - Вып. 3. – С. 17-21.
12. Михайлова, Н.Н. Шалгинское землетрясение в Центральном Казахстане 22.08.2001 г. / Н.Н. Михайлова, А.И. Неделков, И.Н. Соколова, Е.Н. Казаков // Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2002. – Вып. 2.
13. Михайлова, Н.Н. Исследование сейсмичности территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона и его окрестностей. / Н.Н. Михайлова, А.И. Неделков, И.Н. Соколова. // Геофизика XXI столетия: 2006 год. Сб. трудов Восьмых геофизических чтений им. В.В.Федынского (2-4 марта 2006 г., Москва). Тверь: ООО «Изд. ГЕРС», 2007. – С.179-191.
14. Михайлова, Н.Н. О природе Шалкарского землетрясения (Западный Казахстан, 26 апреля 2008 года). / Н.Н. Михайлова, А.Е. Великанов. // Промышленность Казахстана, 12.2008-02.2009. – № 6(51) - 1(52). – С 52-55.
15. Михайлова, Н.Н. К вопросу сейсмической опасности Западного Казахстана. / Н.Н. Михайлова, А. И. Неделков, И.Н. Соколова, Г.С. Султанова // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: тез. докл. / Четвертая Международная конференция, Боровое, 14-18 августа 2006 г. – Курчатов, 2006. – С. 92 – 93.
16. Михайлова, Н.Н. Определения энергетических и магнитудных характеристик по сейсмическим записям химических взрывов 1997-2000 гг. на Семипалатинском испытательном полигоне. / Н.Н. Михайлова, Т.И. Германова, И.Л., Аристова // Геофизика и проблемы нераспространения: Вестник НЯЦ РК, 2001. – Вып. 2. – С. 90-96.
17. Михайлова, Н.Н. Модель сейсмического шума по наблюдениям геофизической обсерватории «Маканчи» / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров, З.И. Синева, Г.С. Абдрахманова // Геофизика и проблемы нераспространения: Вест. НЯЦ РК., 2000. – Вып. 2.
18. Михайлова, Н.Н. Изучение динамических характеристик сейсмического шума по данным цифровых станций Казахской сети / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров, З.И. Синева // Геофизика и проблемы нераспространения: Вест. НЯЦ РК, 2000. – Вып. 2.
19. Михайлова, Н.Н. Изучение шумов в районе новой сейсмической группы Боровое (ASO57) / Н.Н. Михайлова, З.И. Синева, Ю.О. Старовойт // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: Тез. докл. междунар. конф., Боровое, Казахстан, 12 – 16 августа 2002 г. Курчатов, 2002.
20. Михайлова, Н.Н. Детальное изучение сейсмического шума, вызванного озером Иссык-Куль. / Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова // Геодинамика внутриконтинентальных орогенов и геоэкологические проблемы. Тезисы докладов Четвертого международного симпозиума. Бишкек, 2008. – С 472 – 476.
21. Михайлова, Н.Н. Проблемы идентификации карьерных взрывов при оценке сейсмической опасности слабосейсмичных районов Казахстана / Н.Н. Михайлова, А.Е. Великанов, И.Н. Соколова, Г.С. Султанова, А. Мукамбаев, И.Л. Аристова // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии: Сб. докл. 7-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума 2-4 июня 2010 г. Алматы: «Эверо», 2010. – С. 448 – 451.
22. Михайлова, Н.Н. Изучение источников промышленных взрывов на территории Казахстана. / Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова, А.Е. Великанов, И.Л. Аристова, А.С. Мукамбаев // Вестник НЯЦ РК. – 2013. – Вып. 2. С. 77-86.
23. Смирнов, А.А. Определение природы и районов генерации микросейсм и микробаром по комплексу сейсмологических, инфразвуковых и метеорологических данных / А.А. Смирнов // Прогноз землетрясений, оценка сейсмической опасности и сейсмического риска Центральной Азии: Сб. докл. 7-го Казахстанско-Китайского Международного Симпозиума 2-4 июня 2010 г. Алматы; «Эверо», 2010. – С. 183-186.
24. Михайлова, Н.Н. Ледниковые землетрясения Центрального Тянь-Шаня / Н.Н. Михайлова, И.И. Комаров // Вестник НЯЦ РК, 2009. – Вып. 3. – С. 120-126.
25. Михайлова, Н.Н. Сейсмическая регистрация природных явлений (не землетрясений) станциями Центральной Азии / Н.Н. Михайлова, И.Н. Соколова // Материалы. докл. Пятого Междунар. Симп. – Москва-Бишкек, 2012. – Т.1.– С. 78-84.
26. Смирнов, А.А. Сезонные вариации инфразвуковых сигналов от газовых факелов: наблюдения и моделирование / А.А. Смирнов, В.Г. Кунаков, А. Ле Пишон, Ж. Гильберт, Д. Понсо // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: тезисы докладов. VI Междунар. конф., Курчатов, 09-13 авг. 2010. - Курчатов: НЯЦ РК, 2010. – С. 50.
27. Sokolova, I. Database of digitized historical seismograms for nuclear tests monitoring tasks / I. Sokolova, I. Aleschenko, A. Uzbekov // Book of Abstracts Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty: Science and Technology 2011, 8-10 June Vienna, Austria.
28. Копничев, Ю.Ф. О корреляции характеристик сейсмичности и поля поглощения S-волн в районах кольцевых структур, формирующихся перед сильными землетрясениями / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // Вулканология и сейсмология, 2010а. – № 6. – С. 34-51.

29. Копничев Ю.Ф., Соколова И.Н. Кольцевые структуры сейсмичности, формирующиеся в континентальных районах перед сильными землетрясениями с различными механизмами очагов. // Геофизические исследования, 2013, том 14, №1, с.5-15.
30. Копничев, Ю.Ф. Кольцевые структуры сейсмичности в районе центрального Тянь-Шаня: возможная подготовка сильных землетрясений / Ю.Ф. Копничев, И.Н. Соколова // Вестник НЯЦ РК. - 2012. - Вып. 2. – С. 157-160.
31. [Электронный ресурс] –Режим доступа; www.iris.edu.

ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ЗЕРТТЕУЛЕР ИНСТИТУТЫНЫҢ ДЕРЕКТЕР ОРТАЛЫҒЫНА – 15 ЖЫЛ

Михайлова Н.Н.

Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

2014 ж. – Геофизикалық зерттеулер институтының 20-жылдық жылы, ал оның Деректер орталығына 15 жыл толады. Мақалада Деректер орталығы (Арнаулы сейсмикалық апаратын жинау және өңдеу орталығы, АСАЖӨО – ГЗИ филиалы) қызметінің негізгі бағыттары мен нәтижелері сипатталады.

DATA CENTER OF THE INSTITUTE OF GEOPHYSICAL RESEARCH IS 15 YEARS OLD

N.N. Mikhaylova

Institute of Geophysical Research, Kurchatov, Kazakhstan

The year of 2014 is the 20th anniversary of the Institute of Geophysical Research (IGR) and its Data center is 15 years old. The paper incorporates main directions and results of the activity of the Data Center (Center for Acquisition and Processing of Special and Seismic Information, CAPSSI – IGR's branch).