

КАЗАХСТАНСКАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ИНСТИТУТА ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАЦИОНАЛЬНОГО ЯДЕРНОГО ЦЕНТРА И ЕЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Михайлова Н.Н., Синева З.И., Соколова И.Н.
Институт геофизических исследований НЯЦ РК

Аннотация

При поддержке международных организаций в Казахстане создана новая современная система мониторинга ядерных взрывов и землетрясений, являющаяся частью международных систем мониторинга. Приводятся хроника создания, характеристика и возможности этой системы.

KAZAKHSTAN MONITORING SYSTEM OF THE INSTITUTE OF GEOPHYSICAL RESEARCHES OF THE NATIONAL NUCLEAR CENTER AND ITS CAPABILITIES

Abstract

Under support of some International Organizations a new modern monitoring system for nuclear explosions and earthquakes was created in Kazakhstan. The monitoring system is a part of the International monitoring systems. Establishment history, characteristics and capabilities of the system are described.

В последние годы на территории Казахстана создана и функционирует новая цифровая сеть сейсмических станций Национального ядерного центра РК, основными задачами которой являются мониторинг ядерных испытаний в рамках Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний. В настоящее время в ее состав входят 6 трехкомпонентных станций, 9 сейсмических групп и 2 инфразвуковые станции. Данные этой системы используются для задач глобального мониторинга ядерных взрывов и землетрясений. Они передаются в Международные центры для составления мировых сейсмологических бюллетеней (REB, ISC, EMSC, IC РАН) и проведения научных исследований исследователями разных стран (IRIS/DMC), а также используются в задачах, стоящих перед Республиканской системой сейсмических наблюдений [1, 2].

Основные даты становления системы:

1994 г. – передача в НЯЦ РК станций службы спецконтроля бывшего СССР - Боровое, Курчатова, Актюбинск, Маканчи.

1994г. – размещение на территории Казахстана совместно с IRIS 8 широкополосных цифровых станций.

1994-1996г. – установка в Казахстане 3 станций системы IRIS/IDA и IRIS/GSN (Боровое, Курчатов, Маканчи).

1996г. – подписание Казахстаном Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний, согласно которому запланировано создание на территории Казахстана 5 объектов МСМ.

1997 установка трехкомпонентной сейсмической станции Подгорное, Северный Тянь-Шань.

1999г. – открытие в г.Алматы Центра сбора и обработки данных.

1999-2000г.г. – строительство и ввод в действие первичной станции МСМ Маканчи (PS23). Станция сертифицирована в январе 2002 года.

2000 – 2001г.г. – строительство и ввод в действие станции Каратау (AFTAC).

2001-2002 г.г. – строительство и ввод в действие вспомогательной станции МСМ Боровое (AS057). Станция сертифицирована в декабре 2002года.

2001 г. – строительство и ввод в действие инфразвуковой станции Актюбинск (IS31). Станция сертифицирована в ноябре 2004 г.

2002-2003 г.г. – строительство и ввод в действие станции Акбулак (AFTAC).

2005 г. – модернизация и ввод в действие вспомогательной станции МСМ Актюбинск (AS059). Станция сертифицирована в ноябре 2005 года.

2006г. ввод в эксплуатацию трехкомпонентной станции KNDC, расположенной на территории г.Алматы.

2006г. – ввод в действие вспомогательной станции МСМ Курчатов-крест (AS058), Станция сертифицирована в 2007 году.

2010 г. - Ввод в эксплуатацию трехкомпонентной станции Ортау (OTUK), расположенной на территории Центрального Казахстана и модернизация трехкомпонентной станции Подгорное, Северный Тянь-Шань.

На рисунке 1 представлена карта расположения станций сети НЯЦ РК и схема коммуникаций. Сейсмические станции НЯЦ РК отличаются наилучшими условиями для регистрации сейсмических сигналов среди всех казахстанских станций, характеризующимися низким уровнем сейсмических шумов в районе расположения. 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 телесеismicким событиям. Это позволяет успешно использовать систему как в рамках национального и международного мониторинга.

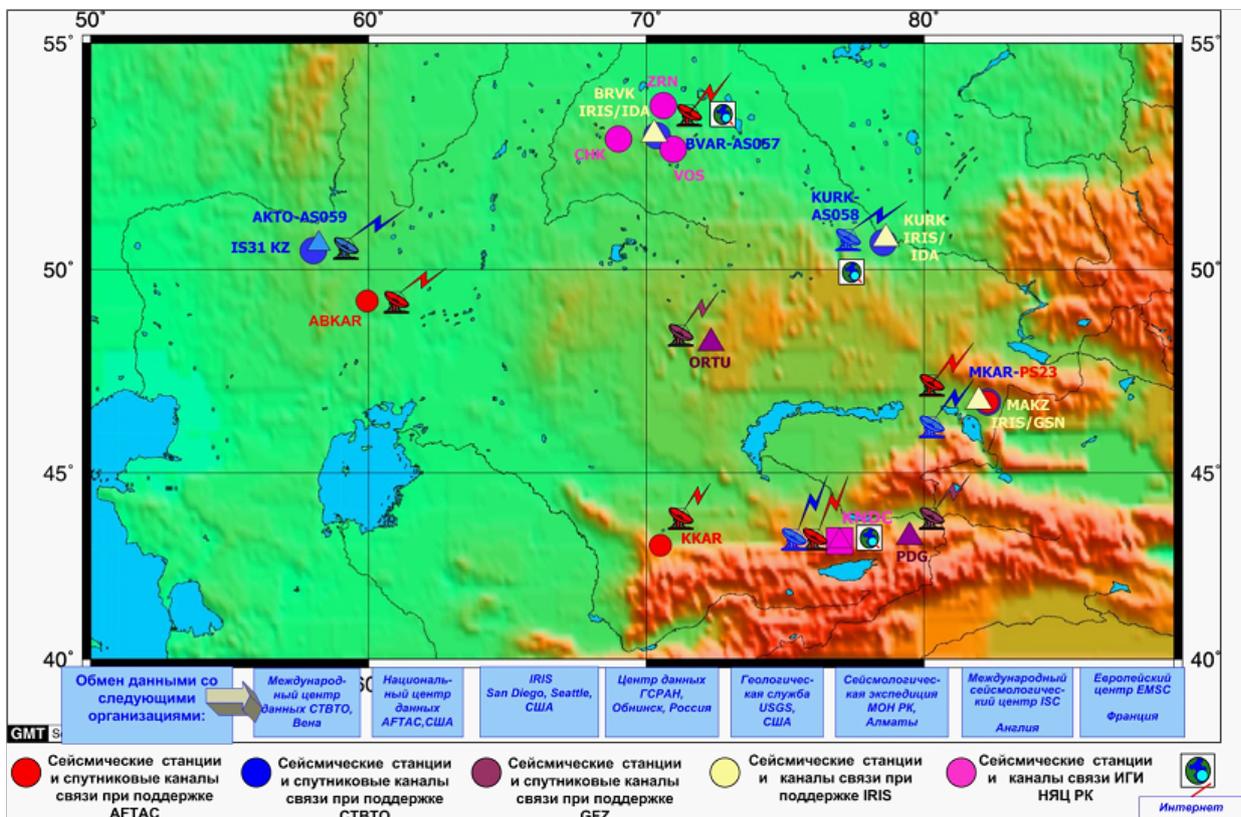
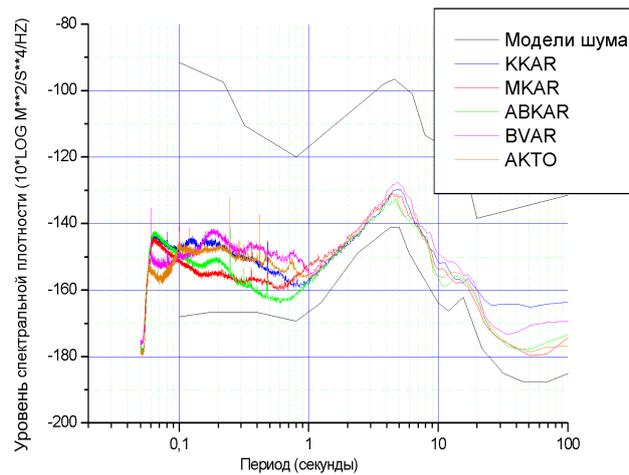
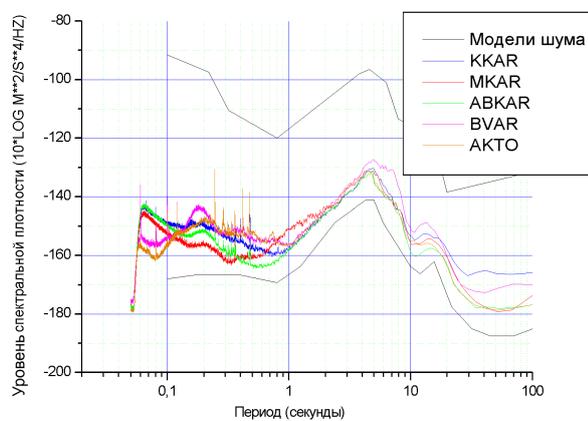


Рисунок 1. Карта расположения станций НЯЦ РК и схема коммуникаций между КазНЦД и Международными Центрами Данных.

На рисунке 2 представлены графики спектральной плотности сейсмического шума по станциям Маканчи, Каратау, Акбулак, Боровое и Актюбинск в дневное и ночное время, а также мировые модели сейсмического шума. Видно, что кривые для всех станций близки к нижнеуровневой модели шума Петерсона [3, 4].



а)



б)

Рисунок 2. Графики спектральной плотности сейсмического шума по станциям Маканчи, Каратау, Акбулак, Боровое и Актюбинск (вертикальная компонента), а – ночное время, б – дневное время.

Главной особенностью сейсмической сети Казахстана является то, что большинство станций являются сейсмическими группами различной конфигурации. Сейсмические группы гораздо эффективнее трехкомпонентных станций по чувствительности и дальности регистрации. Для трехкомпонентных станций радиусы дальности регистрации событий одинаковой магнитуды намного меньше, чем для сейсмических групп, пороговые значения магнитуд больше на 1.5 при одних и тех же расстояниях. [2, 3].

Сейсмические группы МКАР, ВВАР, ККАР и АВКАР имеют сходную конфигурацию, состоят из 9 скважинных сейсмометров и

трехкомпонентной станции, апертура групп составляет примерно 4 км (рисунок 3а). Группа Курчатов-крест имеет конфигурацию креста, состоит из 20 скважинных вертикальных и одного 3-С широкополосного сейсмометров, апертура группы составляет 22.5 км (рисунок 3б).

На рисунке 4 представлены графики значений минимальной (пунктирная линия) и представительной (сплошная линия) магнитуды сейсмических групп Маканчи, Каратау, Акбулак на региональных расстояниях

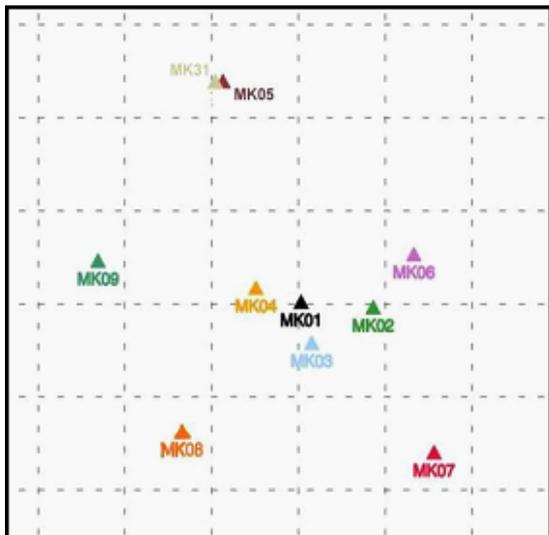


Рисунок 3 а) Конфигурация малоапертурной сейсмической группы Маканчи в Восточном Казахстане.



Рисунок 3 б) Конфигурация среднеапертурной сейсмической группы Курчатов-Крест в Восточном Казахстане.

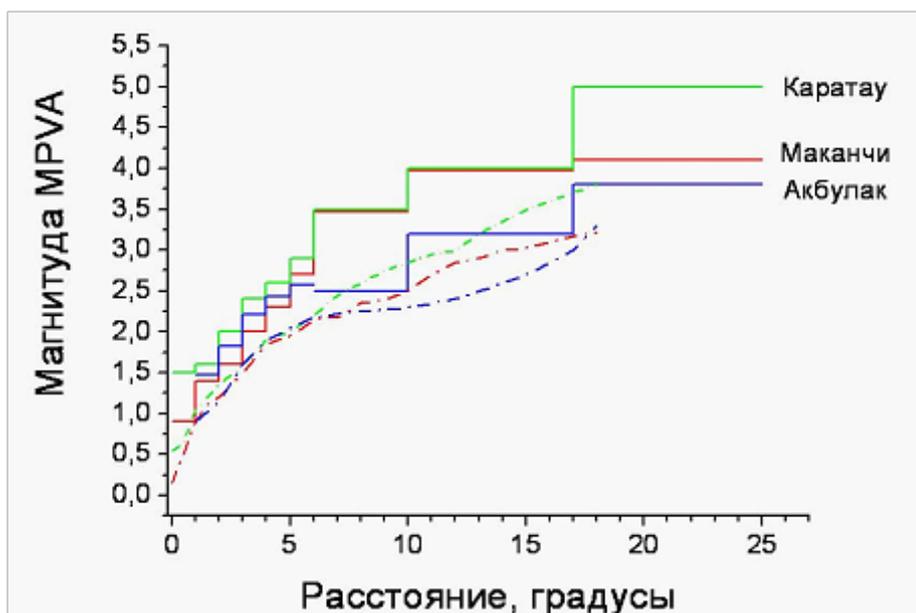


Рисунок 4. Графики значений минимальной (пунктирная линия) и представительной (сплошная линия) магнитуды сейсмических групп Маканчи, Каратау, Акбулак на региональных расстояниях

Для обеспечения функционирования сети НЯЦ РК в 1999 г. был создан Центр данных в г. Алматы, основные задачи которого - сбор и передача данных со станций сети НЯЦ РК; обработка поступающих сейсмических и инфразвуковых данных; хранение и обмен данными с другими Национальными и Международными Центрами; проведение научных исследований в поддержку мониторинга.

Центр активно обменивается данными со многими научными организациями Казахстана и всего мира. На рисунке 5 представлены данные об участии станции Маканчи в сейсмологическом бюллетене REB (Австрия, Вена), создаваемом в Международном центре данных.

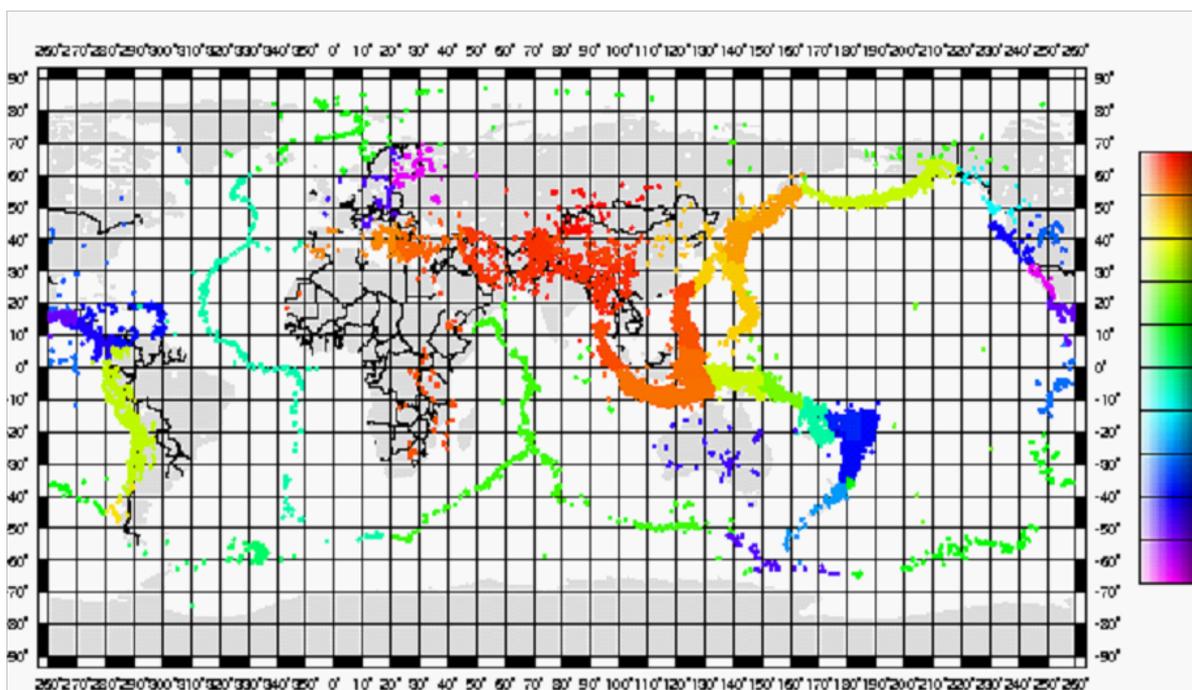


Рисунок 5. Карта участия станции Маканчи в сейсмологическом бюллетене REB, создаваемом в Международном центре данных (Австрия, Вена)

Обработка данных в Центре осуществляется круглосуточно 7 дней в неделю.

Создаются следующие бюллетени:

1. Автоматический бюллетень, задержка - от 40 минут до одного часа;
2. Интерактивный региональный бюллетень, задержка - 1 день (рисунок 6).
3. Совместный (с СОМЭ МОН РК) интерактивный региональный бюллетень, задержка - 1 - 1.5 дня;
4. Каталог землетрясений и каталог взрывов, задержка - несколько месяцев.

Помимо этого, операторы высылают по электронной почте в ИС РАН (Обнинск) параметры сигналов сильных телесеismicических событий, оперативно интерактивно локализируют сильные региональные события. Результаты интерактивной локализации автоматически высылаются в EMSC по электронной почте. Кроме того, для ощутимых землетрясений проводится обработка акселерографов сильных движений.

Для создания бюллетеня используется программа 'Seatools' (США НЦД) Данная программа имеет средства обработки как данных трехкомпонентных станций, так и сейсмических групп.

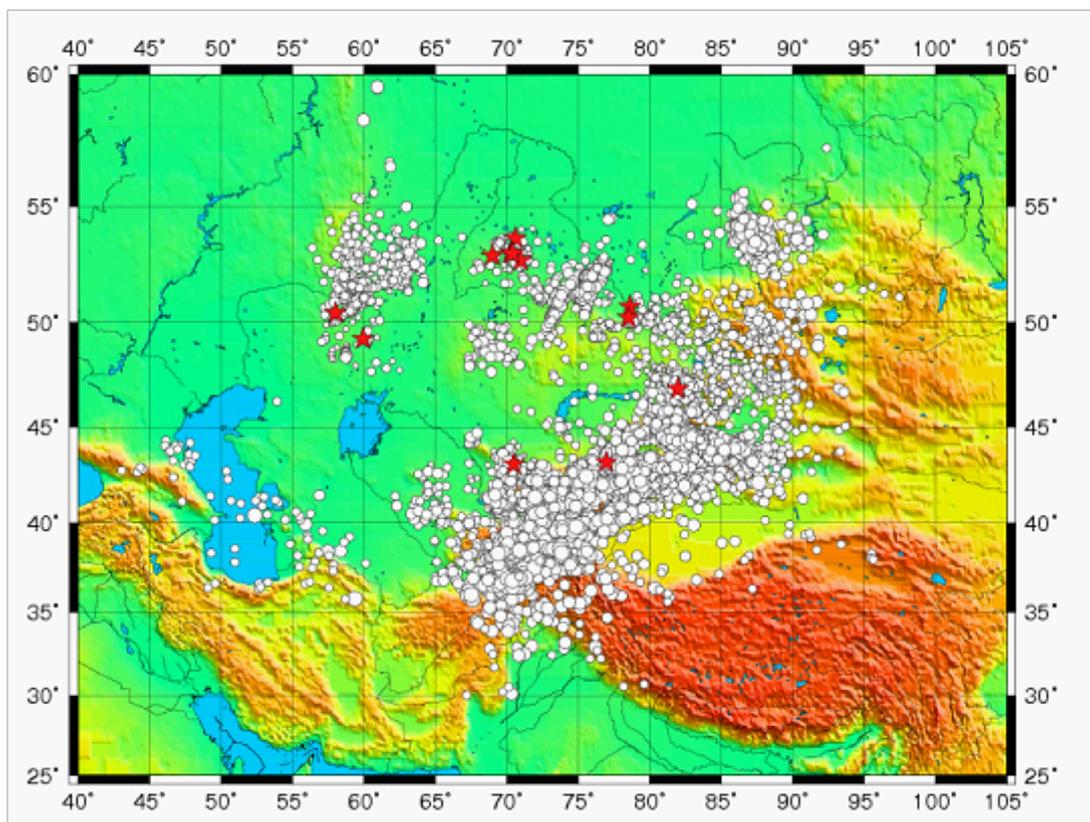


Рисунок 6. Карта зарегистрированных и обработанных сейсмических событий, включенных в интерактивный бюллетень ЦСОССИ за 2010 г.

Данные сети станций НЯЦ РК используются для специальных задач ядерного мониторинга, таких как обнаружение, оценка параметров и распознавание. Кроме того, этой сетью регистрируется большое количество землетрясений на обширной территории Центральной и Южной Азии.

Анализ данных Казахстанской сети мониторинга позволил установить наличие очагов землетрясений в местах, которые традиционно считаются асейсмичными на территории Казахстана или малоактивными. [5-12] (рисунок 7). Обнаружение их является интересным фактом, на который необходимо обратить внимание в аспекте оценки сейсмической опасности. Кроме того, сотрудниками Центра данных ИГИ НЯЦ РК проведен анализ ретроспективных исторических и новых данных цифровых станций. Наличие в республике огромного архива исторических

сейсмограмм с 60х годов прошлого столетия, позволило определить параметры ряда исторических землетрясений из различных районов Казахстана. Взгляд на сейсмичность Казахстана существенным образом изменился. Были выявлены несколько очаговых зон в районах, традиционно считавшимися “асейсмичными” или малоактивными.

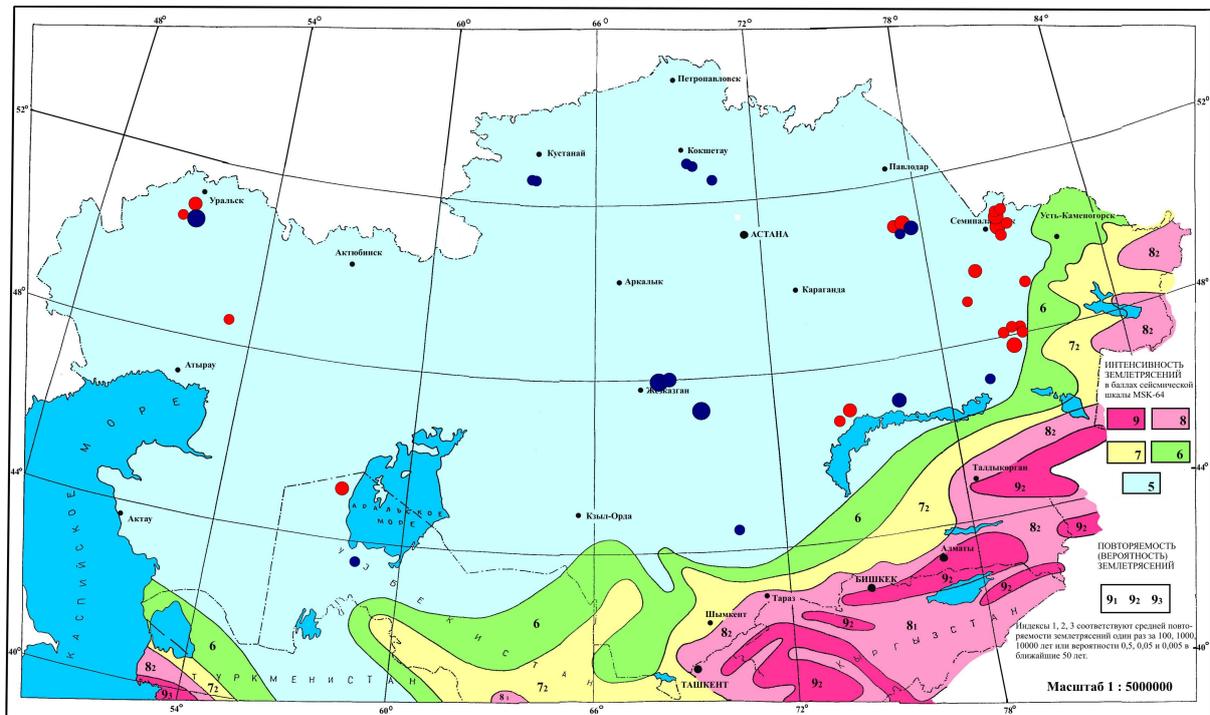


Рисунок 7. Карта сейсмического районирования территории Казахстана с эпицентрами землетрясений ($M_{PVA} \geq 3$) в новых районах. Красные кружки – исторические землетрясения с 19 века до 1994 года, синие кружки – землетрясения зарегистрированные сетью НЯЦ РК.

Были локализованы источники в нескольких неизвестных ранее очаговых зонах в Центральном, Западном и Северном Казахстане, а также в районе Семипалатинского испытательного полигона. Кроме того, по данным сейсмических бюллетеней ИГИ был произведен

расчет сейсмической активности в районах Восточного и Южного Казахстана, в результате были получены более высокие значения этого параметра, чем это считалось ранее [13].

Новые данные о сейсмичности должны существенным образом отразиться на оценке сейсмической опасности Казахстана и учтены при составлении новой карты общего сейсмического районирования.

Литература.

Михайлова Н.Н. Казахстанская система сейсмических наблюдений Института геофизических исследований Национального ядерного центра и ее информационные возможности // Обеспечение сейсмической безопасности города Алматы: Сборник научных трудов научно-технической конференции / Департамент по ЧС г. Алматы. / МЧС РК. - Алматы.- 2009. - 88 с.

Михайлова Н.Н., Стролло А., Бинди Д., Великанов А.Е., Кунаков В.Г., Комаров И.И., Синева З.И. Новые казахстанские станции, установленные в рамках проекта CAREMON // Мониторинг ядерных испытаний и их последствий: тезисы докладов. VI Междунар. конф., Курчатов, 09-13 авг.2010.- Курчатов: НЯЦ РК, 2010.- С. 23-24.

3. Синева З.И., Михайлова Н.Н., Комаров И.И. Изучение динамических характеристик сейсмического шума по данным цифровых станций казахстанской сети. Вестник НЯЦ РК № 2, 2000г. С. 24-30.

4. Михайлова Н.Н., Комаров И.И. Спектральные характеристики сейсмического шума по данным Казахстанских станций мониторинга. Вестник НЯЦ РК, вып.2, 2006, с.19-26.

5. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. Центральный и Восточный Казахстан.// М.: ИС РАН, 2003, с. 89-91.

6. Михайлова Н.Н., Соколова И.Н., Неделков А.И. Новые данные о землетрясениях в асейсмичных районах Казахстана. // Геофизика XXI столетия: 2002 год. Сборник трудов Четвертых геофизических чтений имени В.В. Федынского (28 февраля – 02 марта 2002 г. Москва). М.: Научный мир, 2003. С. 251-255.

7. Беляшова Н.Н., Михайлова Н.Н., Соколова И.Н. Центральный и Восточный Казахстан // Землетрясения Северной Евразии в 1996 году., М.: ИС РАН, 2002, с. 71-75.

8. Михайлова Н.Н., Неделков А.И., Соколова И.Н., Казаков Е.Н., Беляшов А.В. Шалгинское землетрясение в Центральном Казахстане 22.08.2001г. // Геофизика и проблемы нераспространения, вып. 2, 2002г. Вестник НЯЦ РК, с. 78-87.

9. Pooley C.I., Douglas A., Pearce R.G. 1983. The seismic disturbance of 1976 March 20, 08.01.1994 $t_0 = 04^h 15^m 39.659$ $\varphi = 47.833$ $\lambda = 67.451$ $h = 20$ км east Kazakhstan: earthquake or explosions? // Geophys.J.R. Soc. 74. P.621-631.

10. И.В. Чеканинский. Материалы о сейсмических явлениях в Семипалатинской губернии с 1760 по 1927 г. (по материалам Семипалатинского исторического архива).

11. Уразаев Б.М. ред. Сейсмическое районирование Казахстана. Алма-Ата. Наука. 1979. С. 140.

12. Кондорская Н.В., Шебалин Н.В. ред. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М., 1977 г.

13. Михайлова Н.Н., Вольф Н.А., Синёва З.И. Сейсмичность районов, окружающих новые сейсмические группы Маканчи и Каратау. // Геофизика и проблемы нераспространения, вып. 2, 2003г. Вестник НЯЦ РК, с. 94-100.