

ISSN 2518-170X (Online),  
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ  
Қ. И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

# Х А Б А Р Л А Р Ы

## ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
Казакский национальный исследовательский  
технический университет им. К. И. Сатпаева

## NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES  
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
Kazakh national research technical university  
named after K. I. Satpayev

### ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР СЕРИЯСЫ



### СЕРИЯ ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



### SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

## 3 (429)

МАМЫР – МАУСЫМ 2018 ж.  
МАЙ – ИЮНЬ 2018 г.  
MAY – JUNE 2018

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН  
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.  
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ  
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД  
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

---

---

*NAS RK is pleased to announce that News of NAS RK. Series of geology and technical sciences scientific journal has been accepted for indexing in the Emerging Sources Citation Index, a new edition of Web of Science. Content in this index is under consideration by Clarivate Analytics to be accepted in the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index, and the Arts & Humanities Citation Index. The quality and depth of content Web of Science offers to researchers, authors, publishers, and institutions sets it apart from other research databases. The inclusion of News of NAS RK. Series of geology and technical sciences in the Emerging Sources Citation Index demonstrates our dedication to providing the most relevant and influential content of geology and engineering sciences to our community.*

*Қазақстан Республикасы Ұлттық ғылым академиясы "ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы" ғылыми журналының Web of Science-тің жаңаланған нұсқасы Emerging Sources Citation Index-те индекстелуге қабылданғанын хабарлайды. Бұл индекстелу барысында Clarivate Analytics компаниясы журналды одан әрі the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index және the Arts & Humanities Citation Index-ке қабылдау мәселесін қарастыруда. Web of Science зерттеушілер, авторлар, баспашылар мен мекемелерге контент тереңдігі мен сапасын ұсынады. ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология және техникалық ғылымдар сериясы Emerging Sources Citation Index-ке енуі біздің қоғамдастық үшін ең өзекті және беделді геология және техникалық ғылымдар бойынша контентке адалдығымызды білдіреді.*

*НАН РК сообщает, что научный журнал «Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук» был принят для индексирования в Emerging Sources Citation Index, обновленной версии Web of Science. Содержание в этом индексировании находится в стадии рассмотрения компанией Clarivate Analytics для дальнейшего принятия журнала в the Science Citation Index Expanded, the Social Sciences Citation Index и the Arts & Humanities Citation Index. Web of Science предлагает качество и глубину контента для исследователей, авторов, издателей и учреждений. Включение Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук в Emerging Sources Citation Index демонстрирует нашу приверженность к наиболее актуальному и влиятельному контенту по геологии и техническим наукам для нашего сообщества.*

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

**И.К. Бейсембетов**

Бас редакторының орынбасары

**Жолтаев Г.Ж.** проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Қазақстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Әзірбайжан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Қырғыстан)  
**Беспәев Х.А.** проф. (Қазақстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Қазақстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Тәжікстан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (АҚШ)  
**Ерғалиев Г.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Қазақстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Қазақстан)  
**Қожахметов С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Ресей)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Қазақстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Ресей)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Мұхамеджанов М.А.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Қазақстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Қазақстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Қазақстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (АҚШ)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2018

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р  
д. э. н., профессор, академик НАН РК

**И. К. Бейсембетов**

Заместитель главного редактора

**Жолтаев Г.Ж.** проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

**Абаканов Т.Д.** проф. (Казахстан)  
**Абишева З.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Агабеков В.Е.** академик (Беларусь)  
**Алиев Т.** проф., академик (Азербайджан)  
**Бакиров А.Б.** проф., (Кыргызстан)  
**Беспаяев Х.А.** проф. (Казахстан)  
**Бишимбаев В.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Буктуков Н.С.** проф., академик (Казахстан)  
**Булат А.Ф.** проф., академик (Украина)  
**Ганиев И.Н.** проф., академик (Таджикистан)  
**Грэвис Р.М.** проф. (США)  
**Ергалиев Г.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Жуков Н.М.** проф. (Казахстан)  
**Кенжалиев Б.К.** проф. (Казахстан)  
**Кожаметов С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Конторович А.Э.** проф., академик (Россия)  
**Курскеев А.К.** проф., академик (Казахстан)  
**Курчавов А.М.** проф., (Россия)  
**Медеу А.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Мухамеджанов М.А.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Нигматова С.А.** проф. (Казахстан)  
**Оздоев С.М.** проф., академик (Казахстан)  
**Постолатий В.** проф., академик (Молдова)  
**Ракишев Б.Р.** проф., академик (Казахстан)  
**Сейтов Н.С.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Сейтмуратова Э.Ю.** проф., чл.-корр. (Казахстан)  
**Степанец В.Г.** проф., (Германия)  
**Хамфери Дж.Д.** проф. (США)  
**Штейнер М.** проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2018

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

**I. K. Beisembetov**

Deputy editor in chief

**Zholtayev G.Zh.** prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

**Abakanov T.D.** prof. (Kazakhstan)  
**Abisheva Z.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Agabekov V.Ye.** academician (Belarus)  
**Aliyev T.** prof., academician (Azerbaijan)  
**Bakirov A.B.** prof., (Kyrgyzstan)  
**Bespayev Kh.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Bishimbayev V.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Buktukov N.S.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Bulat A.F.** prof., academician (Ukraine)  
**Ganiyev I.N.** prof., academician (Tadjikistan)  
**Gravis R.M.** prof. (USA)  
**Yergaliev G.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Zhukov N.M.** prof. (Kazakhstan)  
**Kenzhaliyev B.K.** prof. (Kazakhstan)  
**Kozhakhmetov S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kontorovich A.Ye.** prof., academician (Russia)  
**Kurskeyev A.K.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Kurchavov A.M.** prof., (Russia)  
**Medeu A.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Muhamedzhanov M.A.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Nigmatova S.A.** prof. (Kazakhstan)  
**Ozdoev S.M.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Postolatii V.** prof., academician (Moldova)  
**Rakishev B.R.** prof., academician (Kazakhstan)  
**Seitov N.S.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Seitmuratova Ye.U.** prof., corr. member. (Kazakhstan)  
**Stepanets V.G.** prof., (Germany)  
**Humphery G.D.** prof. (USA)  
**Steiner M.** prof. (Germany)

**News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.**

**ISSN 2518-170X (Online),**

**ISSN 2224-5278 (Print)**

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,  
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

---

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2018

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev  
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN  
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 3, Number 429 (2018), 327 – 337

**N. N. Mikhailova, A. N. Uzbekov**

Institute of Geophysical Investigations of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan, Almaty, Kazakhstan.  
E-mail: mihailova@kndc.kz, abl\_21@mail.ru

## **TECTONIC AND TECHNOGENIC EARTHQUAKES IN CENTRAL KAZAKHSTAN**

**Abstract.** In the article seismic events of tectonic and technogenic nature in Central Kazakhstan are considered. The characteristic of seismic monitoring of the territory of this region by the seismic network of the Institute of Geophysical Investigations of the Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan is given.

The new instrumental level of monitoring made it possible to obtain and study preliminary statistics on tectonic earthquakes, explosions in quarries, mines, and other technogenic events in Central Kazakhstan, as well as data on the stress-strain state of the deepest parts of the earth's crust.

A retrospective analysis of the features of the manifestation of foci of tectonic and technogenic seismicity on the platform structures of Central Kazakhstan is presented. The parameters of earthquakes in this region, the judgments about the nature of the mechanism of earthquake foci and the types of tectonic movements, maps of isoseism are constructed.

At the same time, it is shown that, in spite of tangible progress in the study of seismic events in Central Kazakhstan, some technical and methodological issues have not been developed in the long run, and work on this continues.

**Key words:** earthquake, focal mechanism, seismic stations, aftershock, magnitude, epicenter, isoseist.

УДК 550.348

**Н. Н. Михайлова, А. Н. Узбеков**

Институт Геофизических Исследований Министерства Энергетики Республики Казахстан,  
Алматы, Казахстан

## **ТЕКТОНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ**

**Аннотация.** В статье рассмотрены сейсмические события тектонической и техногенной природы в Центральном Казахстане. Приводится характеристика сейсмического мониторинга территории этого региона сейсмической сетью Института Геофизических Исследований Министерства Энергетики Республики Казахстан.

Новый инструментальный уровень мониторинга дал возможность получить и изучить по Центральному Казахстану представительную статистику по тектоническим землетрясениям, взрывам в карьерах, шахтах и др. техногенным событиям, а также данные о напряженно-деформированном состоянии глубоких частей земной коры.

Представлен ретроспективный анализ особенностей проявления очагов тектонической и техногенной сейсмичности на платформенных структурах Центрального Казахстана. Изучены параметры землетрясений в этом регионе, высказаны суждения о природе механизма очагов землетрясений и типах тектонических подвижек, построены карты изосейст.

Вместе с тем, показано, что, несмотря на ощутимый прогресс в изучении сейсмических событий в Центральном Казахстане, все еще не получили должного развития некоторые вопросы технического и методического характера, работа над которыми продолжается.

**Ключевые слова:** землетрясения, фокальный механизм, сейсмические станции, афтершок, магнитуда, эпицентр, изосейста.

**Введение.** Центральный Казахстан традиционно считался асейсмичным, где не ожидаются сейсмические события с интенсивностью по шкале MSK-64 более 5.

Исходя из этих представлений сеть сейсмологических станций, была размещена в Южном, Юго-Восточном и Восточном Казахстане, по которым составлялись в текущем режиме каталоги землетрясений.

По Центральному Казахстану каталоги землетрясений не составлялись, поскольку специальные сейсмологические наблюдения здесь не проводились.

Однако в связи с созданием новой современной высокотехнологичной системы наблюдений за землетрясениями и промышленными взрывами взгляд на сейсмичность Центрального Казахстана изменился.

Применение этих сейсмических станции, отличающиеся высокой чувствительностью, позволило выявить ряд очаговых зон в районах, ранее не привлекавших внимание сейсмологов и изменить точку зрения на геодинамику этого региона Казахстана.

Все это можно рассматривать как лейтмотив для изучения очагов землетрясений в Центральном Казахстане, актуальность которого очевидна, поскольку сами по себе они несут в себе потенциальную угрозу расположенным рядом промышленным и гражданским объектам, проживающему в этих районах населению [3].

Вместе с тем, необходимо отметить, что изучение природной сейсмичности в этом регионе затруднено из-за её низкого уровня. Примерно на таком же энергетическом уровне здесь регулярно возникают сейсмические события, генерируемые многочисленными взрывами на карьерах, промышленных объектах и полигонах.

Помимо «промышленных взрывов» изучение природных геодинамических и сеймотектонических процессов в Центральном Казахстане осложняет также техногенная сейсмичность, источники которой возникают в земной коре при воздействии на нее инженерной деятельности человека, в частности, при добыче нефти и газа, извлечении руды, угля и других минеральных ресурсов, при строительстве дорог, гидротехнических сооружений и т.д.

В целях идентификации природы различных сейсмических событий проводятся специальные научные исследования, направленные на распознавание класса источников возмущения геологической среды. Для этого используются самые разные признаки - особенности волновой картины записей землетрясений и карьерных взрывов, корреляционный и спектральный анализы, привлекают независимые данные космодатаснимки и др.

В настоящей статье анализируются сильные землетрясения, зарегистрированные станциями ИГИ МЭ РК на территории Центрального Казахстана и включенные в сейсмические бюллетени национальной и глобальных служб. Кроме того, рассмотрена техногенная сейсмичность в этом регионе, связанная с интенсивной разработкой месторождений твердых полезных ископаемых.

**Характеристика системы сейсмического мониторинга территории Центрального и Юго-Восточного Казахстана.** За последние 20 лет в Казахстане создана новая современная сеть высокотехнологичных сейсмических станций, интегрированных в Международные глобальные сети мониторинга.

Эта система, в первую очередь, создавалась для обеспечения контроля за выполнением Договора о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ДВЗЯИ) в Казахстане, подписавшего этот договор в 1996 г. и ратифицировавшего в 2001 г.

В течение 1994–2006 гг. по ряду международных соглашений построены и введены в строй новые сейсмические группы и трехкомпонентные станции, расположенные в основном по периметру слабо сейсмичных территорий Казахстана [4, 5].

На рисунке 1 показана схема расположения станций ИГИ РК МЭ, данные с которых в режиме реального времени поступают в Центр данных KNDC (Kazakh National Data Center) в г. Алматы. Такая сеть позволяет вести мониторинг сейсмических событий, как на территории Казахстана, так и за его пределами.

***Сведения о сильных землетрясениях в Центральном Казахстане.***

**Шалгинское землетрясение 2001 г.** Шалгинское землетрясение было зарегистрировано станциями ИГИ РК и изучено специальной экспедицией, работавшей в эпицентральной зоне.

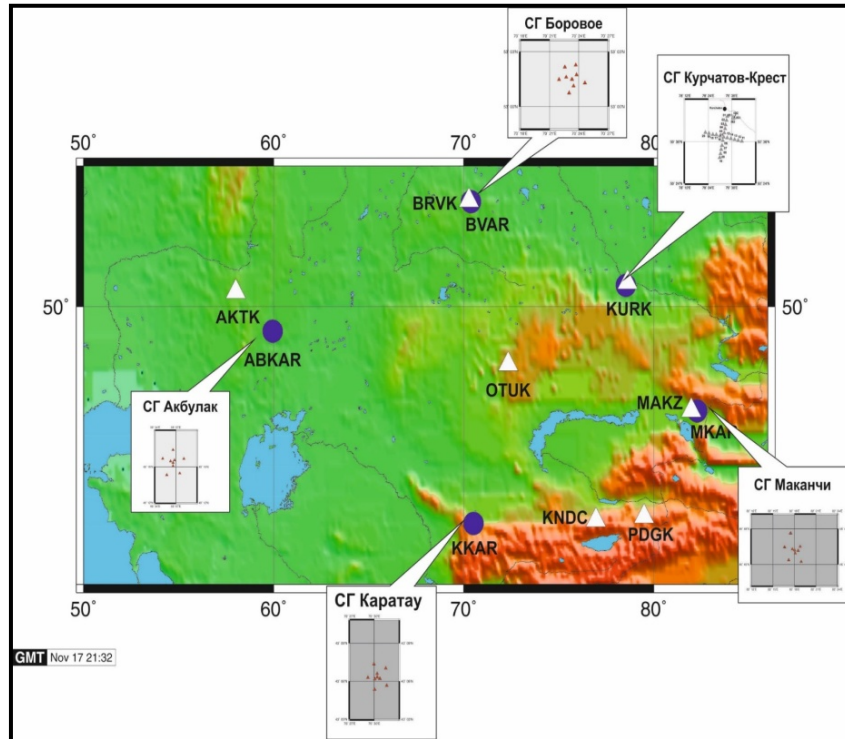


Рисунок 1 – Расположение станций на территории Казахстана, данные с которых поступают в KNDC  
 Условные обозначения: кружки – сейсмические группы, треугольники – трехкомпонентные станции.  
 В отдельных сносках показана конфигурация сейсмических групп.

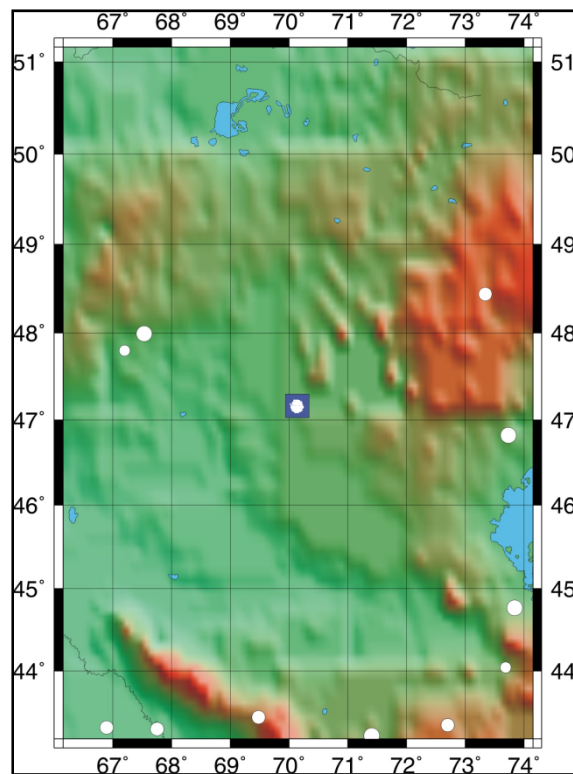


Рисунок 2 – Карта эпицентров землетрясений Центрального Казахстана по каталогу  
 Международного сейсмологического центра ISC.  
 Квадрат на карте – эпицентральная зона Шалгинского землетрясения.



*Основные параметры землетрясения.* Эпицентр Шалгинского землетрясения располагался на западной границе Центрально-Казахстанского свода, вблизи пересечения Жалаир-Найманского сдвига с поперечным региональным разломом, с которым связаны и эпицентры афтершоков [6].

На карте эпицентров землетрясений, построенной по каталогу ISC - Международного Сейсмологического Центра (1964-2006 гг.), непосредственно вблизи эпицентра Шалгинского землетрясения не отмечено эпицентров других землетрясений (рисунок 2).

Интенсивность сотрясений в эпицентральной области составило 6 баллов по шкале MSK-64.

Определения гипоцентра Шалгинского землетрясения по разным службам лежат в области с апертурой 30 км ( $\pm 15$  км от истинного эпицентра) и, по-видимому, обладают реальной точностью для этого района (рисунок 3).

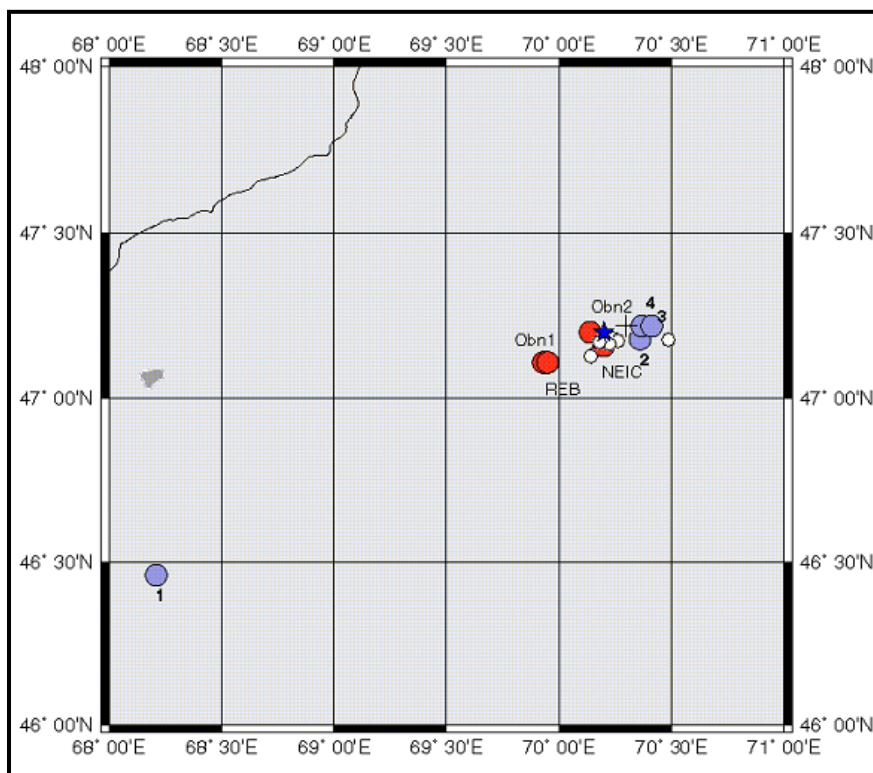


Рисунок 3 – Результаты определения эпицентров главного толчка и афтершоков.

Условные обозначения: 1 – автоматическое определение (KNDC); 2 – определение оператором (KNDC) по данным, поступившим в реальном времени; 3 – по сети станций ИГИ (KNDC); 4 – по сети станций ИГИ и KNET (Кыргызстан). Obn1 – срочная обработка в ИСЦ «Обнинск»; Obn2 – окончательное определение ИСЦ «Обнинск»; REB – определение Международного сейсмологического Центра (ISC); NEIC – определение Геологической службы США.

Крестик – макросейсмический эпицентр; звездочка – инструментальный эпицентр, незалитые кружки – афтершоки Шалгинского землетрясения.

Окончательные параметры главного толчка этого землетрясения с учетом данных разных Международных Центров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Окончательные инструментальные параметры Шалгинского землетрясения

Дата	Время в очаге	Широта, N	Долгота, E	Глубина, км	$M_s$	MPV	K
22.08.01	15.57.57,7	47,20	70,20	19	5,0	5,4	13,2

*Макросейсмические исследования.* Были начаты спустя 6 суток после основного толчка землетрясения. Экспедицией из г. Алматы обследовано более 10 населенных пунктов. Небольшое количество последних объясняется тем, что эпицентр события находится в малонаселенном районе Центрального Казахстана.

Наиболее близко к эпицентру расположен поселок Шалгинский – 43 км, где землетрясение ощутили и наблюдали большинство жителей, находившихся как в помещениях, так и вне их. В ряде населенных пунктов (Агадырь, Кызылтау, Каражал) землетрясение вызвало 5 балльные колебания.

В результате макросейсмического обследования примерное положение макросейсмического эпицентра может быть описано следующими координатами: 47.17° северной широты и 70.30° восточной долготы (рисунок 3).

По результатам обследования была построена карта изосейст этого землетрясения [6], на которой наблюдается четкая вытянутость изосейст в северо-восточном направлении, согласующимся с ориентированным в том же направлении разломом, ортогональным к разломам главного северо-западного направления в регионе (рисунок 4).

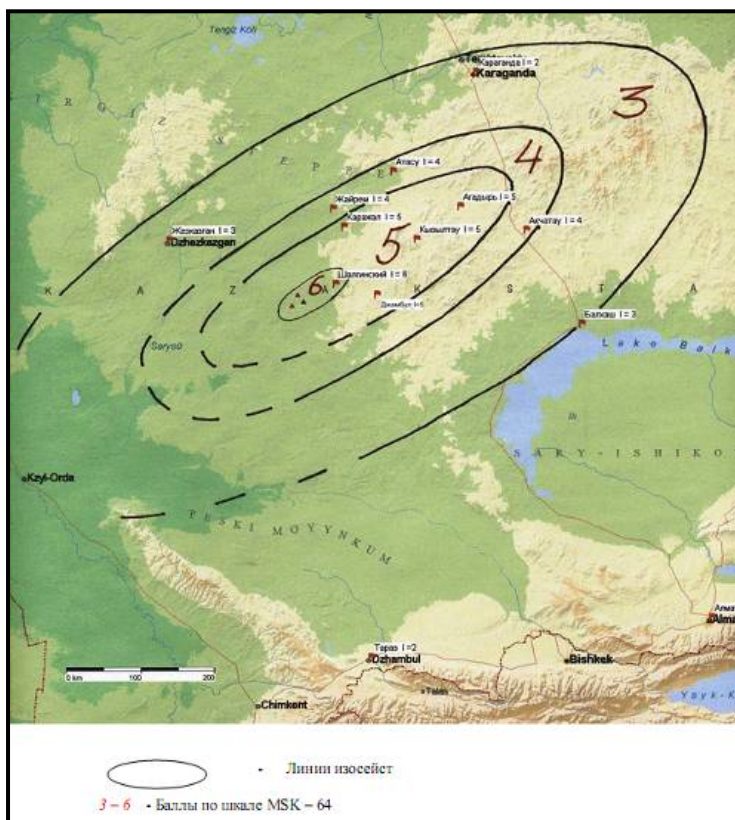


Рисунок 4 – Карта изосейст Шалгинского землетрясения 22.08.2001 г. (по А. И. Неделкову)

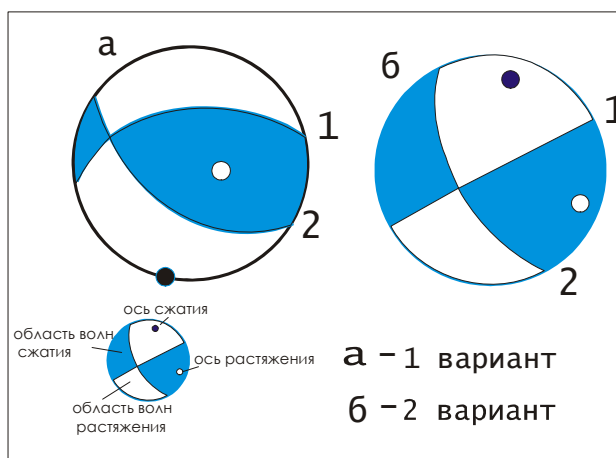


Рисунок 5 – Стереогаммы механизма очага Шалгинского землетрясения 22.08.01

По стереограмме механизма очага для этого землетрясения в двух вариантах на рисунке 5 можно сделать следующие выводы: 1. Шалгинское землетрясение реализовано в условиях сжатия в северо-восточном направлении и растяжения субширотном. 2. В очаге произошло смещение блоков в виде правостороннего сдвига по простиранию плоскости северо-восточного направления, что согласуется с ориентацией разлома, к которому приурочен очаг[7].

В эпицентральной области с 25.08.2001 г. были выставлены временные полевые сейсмические станции. Удалось зарегистрировать шесть слабых афтершоков на глубинах 5-15 км, параметры которых представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры афтершоков Шалгинского землетрясения

№ п/п	Дата	Время в очаге, T <sub>0</sub>	Широта, φ°, N	Долгота, λ°, E	Глубина, км	M <sub>pva</sub>	K
1	8/22/2001	18-37-01.0	47.18	70.24	15	3.0	6.8
2	8/31/2001	05-18-21.4	47.1754	70.2631	11.5		
3	8/31/2001	22-53-59.8	47.1648	70.2264	5		
4	9/01/2001	19-53-47.6	47.1782	70.4873	15		
5	9/04/2001	22-35-56.4	47.1711	70.1780	7		
6	9/07/2001	08-53-24.8	47.1273	70.1393	10		

Самый сильный афтершок был зарегистрирован примерно через три часа после основного толчка. Его энергетический класс составил 6,8. Остальные афтершоки намного слабее первого. Определить их энергетические характеристики не удалось. Афтершоковая активизация происходила вдоль плоскости разлома северо-восточного простирания.

Шалгинское землетрясение показало, что существующая карта общего сейсмического районирования не дает полной картины о сейсмической опасности в Центральном Казахстане.

По этой карте не был предсказан очаг с силой проявления 6 баллов, не были показаны сейсмогенерирующие зоны с таким сеймопотенциалом. Эта информация послужила материалом для учета в новой разрабатываемой карте общего сейсмического районирования территории Казахстана.

#### **Карагандинское землетрясение 21 июня 2014 года.**

*Основные параметры землетрясения.* Карагандинское землетрясение зарегистрировано всеми сейсмическими станциями сети ИГИ РК. Надо отметить, что сильное землетрясение в Центральном Казахстане с эпицентром на север от г.Алматы – событие редкое. Здесь, также как и в Северном Казахстане регистрируются промышленные карьерные взрывы, связанные с разработкой полезных ископаемых.

Наиболее близкая к эпицентру станция ИГИ Ортау находилась на расстоянии примерно 160 км. Записи получены также на станциях Боровое (432 км), Курчатов (426 км) и других более далеких станциях, которые входят в мировые глобальные сети станций. Их данные автоматически передаются в международные центры – Европейский EMSC в Париже, в Американский NEIC, в Международный сейсмологический центр в Англии ISC (рисунок 6).

Землетрясение было обработано в KNDC и в других международных центрах данных. Решения разных центров по определению эпицентра землетрясений практически совпадают. Координаты эпицентра варьируют в пределах сотых долей градуса с магнитудой mb=4.8–5.2 и глубиной h=9-20 км (таблица 3).

Сразу же после события стали поступать сведения о том, что Карагандинское землетрясение ощущалось в ряде населенных пунктов. Наиболее близким к эпицентру по предварительным данным оказался г. Абай, расположенный в 10 км на северо-запад от эпицентра. Город Караганда находился в 33 км от эпицентра с расчетной интенсивностью 4-5 баллов. Землетрясение ощущалось в г. Астана с силой 2 балла.

Эпицентр землетрясения был расположен на северной границе Казахского щита, вблизи южной границы карагандинского каменноугольного бассейна. В тектоническом плане он приурочен к северной границе Успенской зоны смятия северо-восточного простирания шириной до 90 км, ограниченной субпараллельными тектоническими разломами.

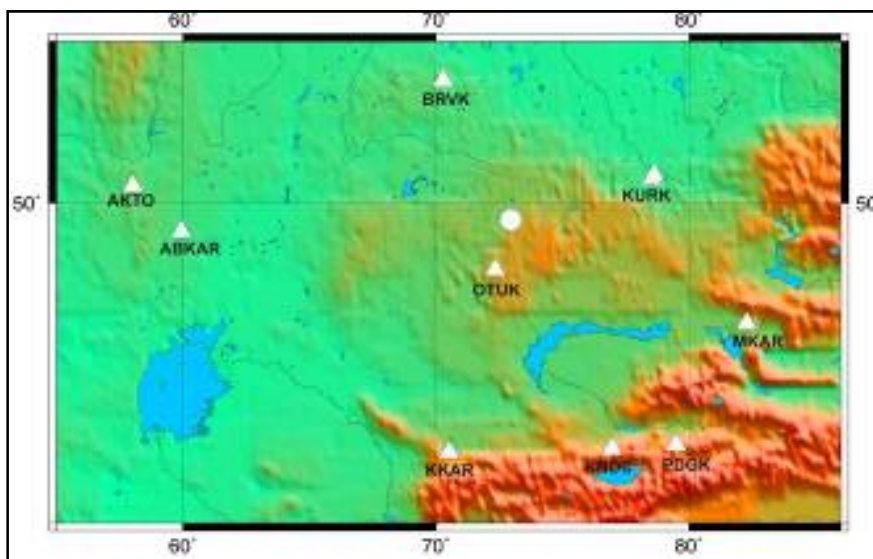


Рисунок 6 – Расположение сейсмических станций ИГИ (треугольники) относительно эпицентра землетрясения 21 июня 2014 года (кружок)

Таблица 3 – Основные параметры землетрясения близ г. Караганды

Источник	Широта, с.ш.	Долгота, в.д.	$t_0$ , ч/м/с	mb	К	Н, км
EMSC (Франция)	49.57	72.9	6:30:04.3	4.8		17
ГС РАН (Россия)	49,53	72,98	6:30:02.8	5.0	12	20
РК (KNDC+СОМЭ)	49,56	72,97	6:30:03.4	5.2	11,7	9

Встал вопрос о природе этого реального события. Является оно тектоническим или техногенным? Не связано ли оно с интенсивными в этом районе работами на угольных шахтах?

*Макросейсмические обследования.* Эпицентральной территории землетрясения проведено через неделю, с 28 июня по 3 июля (ИГИ РК; Великанов А. Е. и Узбеков А. Н.).

Обследования были проведены путём объезда 34 населённых пунктов на территории радиусом чуть больше 100 км вокруг эпицентра произошедшего землетрясения и составления анкетированных опросов для установления фактической балльности в посещённых пунктах по шкале сейсмической интенсивности MSK-64. Маршруты объезда населённых пунктов совпали с основными направлениями автодорожных трасс, расходящихся в различных направлениях от областного центра г. Караганды.

Для этого землетрясения был определен фокальный механизм очага по первым смещениям Р-волн, зарегистрированным 15 сейсмическими станциями. О надёжности решения фокального механизма свидетельствует согласованность знаков, составляющая 100%, а также область разброса определяемых параметров, не превышающая  $10^0$ .

По результатам решения механизма очага землетрясение, оно было реализовано в условиях субмеридиональной ориентации оси напряжения сжатия и субширотной, полого погружающейся оси напряжения растяжения. В условиях регионального поля напряжения, под действием которого в очаге произошел разрыв, согласующийся с динамикой и ориентацией главных линеаментов района региона, можно сделать вывод, что это тектоническое землетрясение.

Тип тектонической подвижки в очаговой зоне характеризуется горизонтальным сдвигом с небольшой взбросовой составляющей. Ориентация одной из плоскостей согласуется с региональным разломом северо-восточного направления, отмеченного на схеме к югу от эпицентра [8].

Другая возможная плоскость разрыва согласуется с ориентацией локальных разломов, секущих структуры в северо-западном направлении. Отметим, что подобный тип механизма очага является характерным для очагов землетрясений Казахского щита (Шалгинского, Жезказганских и Семипалатинского полигона).

В то же время, следует сказать, что не исключена возможность провоцирования такого землетрясения активной взрывной деятельностью в рядом расположенном карьере. Класс таких индуцированных землетрясений еще называют природно-техногенным [8].

Резюмируя вышеизложенное, необходимо добавить, что сейсмические процессы в Центральном Казахстане продолжается. Отметим, что недавно 20 сентября 2017 года сейсмическими станциями ИГИ РК было зарегистрировано землетрясение, которое произошло в 08 часов 44 минуты по времени Астаны (в 02 часа 44 минуты по Гринвичу), эпицентр которого расположен на расстоянии 190 км к востоку от г. Караганда. Координаты эпицентра:  $50.18^{\circ}$  градуса с.ш.,  $75.70^{\circ}$  градуса в.д. Магнитуда  $m_b=3.8$ . Энергетический класс  $K=8,7$ . Глубина  $h = 13$  км (рисунок 7). Выяснение генезиса и механизма этого землетрясения находится в стадии изучения. Ближайший населенный пункт Коянды в 40 км. Кояндыская землетрясение.

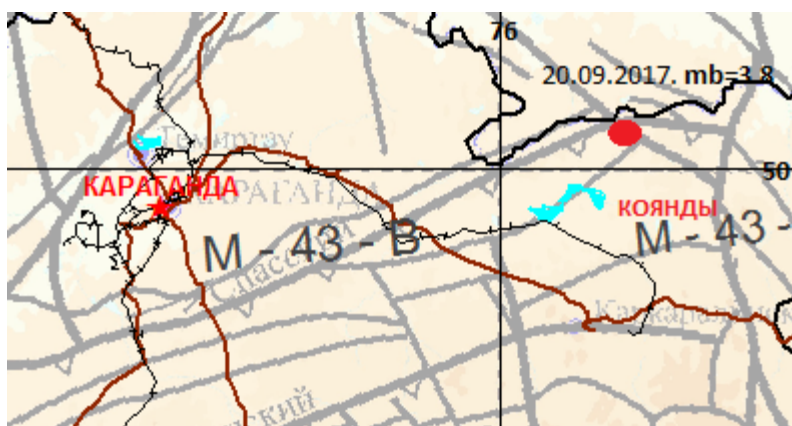


Рисунок 7 – Эпицентр землетрясения 20 сентября 2017 г.

**Техногенные землетрясения в Центральном Казахстане.** Связаны с интенсивной разработкой месторождений твердых полезных ископаемых. Примером таких сейсмических событий может рассматриваться землетрясения на месторождении меди Жезказган.

Длительная разработка данного месторождения (более 60 лет) привела к существенным геодинамическим изменениям в геологической среде, которые проявились мощными техногенными землетрясениями. Самое сильное из них, с  $m_b=4.8$ ,  $M_s=4.5$ , произошло 1 августа 1994 г. на территории карьера Златоуст-Беловский, вблизи г. Жезказган (рисунок 8).

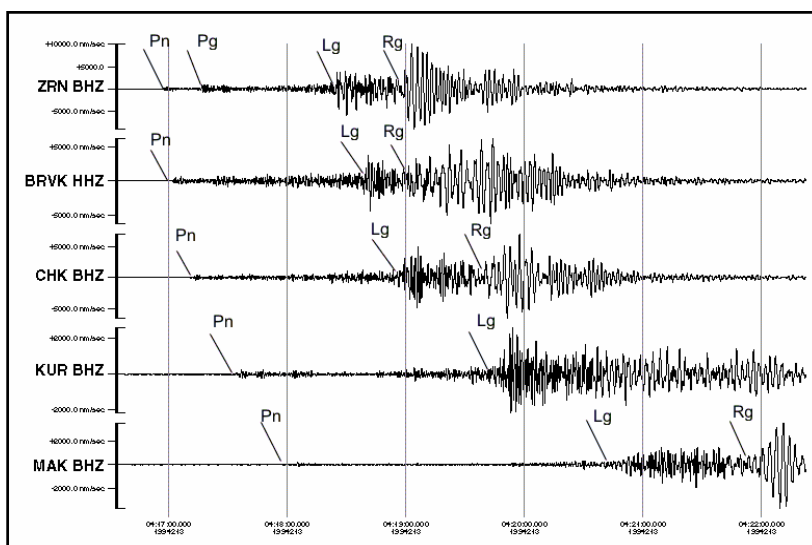


Рисунок 8 – Сейсмические записи события 1 августа 1994 г. Район Жезказгана.  $t_0=04-15-39.7$ ,  $\varphi=47.833^{\circ}$ ,  $\lambda=67.451^{\circ}$ ,  $m_b=4.8$ ,  $K=12.2$ . Станции ИГИ. Z-компонента

Это крупномасштабное обрушение унесло жизнь 6 человек и вызвало разрушение множества действующих подземных выработок и зданий на поверхности. Последствия землетрясения практически привели к полной остановке работ на одном из рудников, закрытию ряда шахт и переносу поверхностных строений из опасной зоны. Были искорежены рельсовые пути, опрокинуты вагоны [10, 11].

На рисунке 9 приведена схема обрушения налегающей толщи с выходом на дневную поверхность [10].

Другое сейсмическое событие техногенной природы, произошедшее 23.06.1996 г. в районе Жезказганского месторождения ( $M_s=3.7$ ), ощущалось на значительных расстояниях; в поселке Каражал (эпицентральное расстояние  $\Delta=243$  км), поселке Агадырь ( $\Delta=398$  км) с интенсивностью 3 балла и т.п.

Станциями ИГИ РК зарегистрированы также сейсмические события техногенной природы 09.09.2002 ( $M_s=4.4$ ) и 23.06.2005 ( $M_s=4.0$ ) вблизи г. Жезказган. На рисунке 10 показаны эпицентры, а в таблице 4 приведены параметры сильных землетрясений с энергетическим классом 9.4-12.2 произошедших в этом районе.

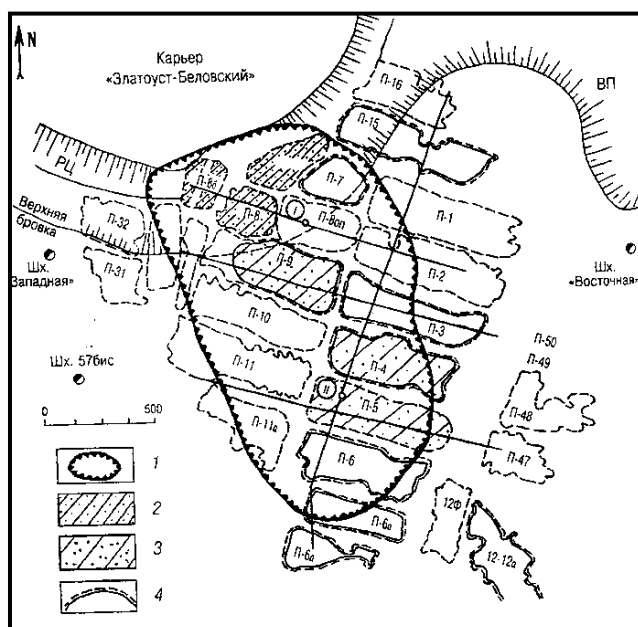


Рисунок 9 – Карьер Златоуст-Беловский Жезказганского месторождения. Схема реализации процесса обрушения, произошедшего 1 августа 1994 г.

Условные обозначения: 1 – контур обрушения, 2-4 – панели соответственно заложенные, частично заложенные и ослабленные [9]

Таблица 4 – Параметры техногенных сейсмических событий вблизи г. Жезказган

Дата	$t_0$	$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$	h	mpva	$M_s$	K
01.08.1994	04:15:39.7	47.833	67.451	0	4.8	4.5	12.2
17.07.1995	19:08:30.9	47.973	67.699	0	3.9		10.4
23.06.1996	18:28:25.8	47.8643	67.618	0	4.3		10.9
01.08.1996	00:06:04.5	47.9284	67.6856	0	4		10.4
09.09.2002	22:27:01.3	47.873	67.573	0	4.6	3.8	11.0
23.06.2005	18:00:07.6	47.9059	67.4092	0	4.1	3.5	10.4
16.01.2009	22:18:29.8	47.8672	67.4203	0	3.7		9.4
19.03.2009	19:08:46.6	47.934	67.6777	0	4.3		10.4
11.06.2009	06:05:49.9	47.8672	67.5424	0	3.9		10.3

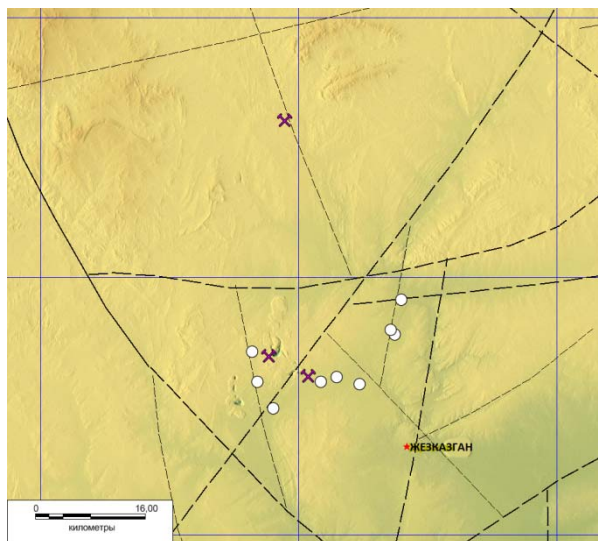


Рисунок 10 – Карта расположения эпицентров сейсмических событий в районе Жезказганского месторождения.

Условные обозначения: пунктирная линия - разрывные нарушения;  
кружок - эпицентр события по данным KNDC, скрещенные молоты - карьер.

В связи с вышеизложенным, для детального анализа происходящих в Центральном Казахстане сейсмических процессов недостаточно привлечение только региональных сейсмических станций. Необходимо проводить специальный мониторинг на разрабатываемых месторождениях полезных, чтобы заметить закономерности подготовки сильных техногенных землетрясений, а также регистрировать происходящие здесь карьерные и шахтные взрывы.

**Заключение.** На основании проведенных исследований:

– Новый инструментальный уровень мониторинга дал возможность получить представительную статистику по тектоническим землетрясениям, взрывам на карьерах и в шахтах, техногенным событиям в Центральном Казахстане.

– Выявлены особенности проявления очагов землетрясений в платформенных структурах и освещен вопрос о природе сейсмических событий в Центральном Казахстане.

– Показано, что, несмотря на ощутимый прогресс в изучении сейсмических событий в Центральном Казахстане, все еще не получили должного развития некоторые вопросы технического и методического характера, работа над которыми продолжается.

К примеру, обобщение всех сейсмологических данных по произошедшим землетрясениям, сопоставление этой информации с геологическими и тектоническими данными позволит установить связь конкретных очагов с тектоническими процессами в каждой сейсмогенерирующей зоне, а также определить характер действующих в регионе напряжений.

Выявление таких связей очень важно для исследования считавшихся ранее асейсмичных районов Центрального Казахстана.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] SNiP RK 2.09-90-2006. Construction in seismic regions / The edition is official. – Almaty, **2006**. (In Russian)
- [2] Mikhailova N.N. Catalog of earthquakes in the Northern Tien Shan and adjacent territories part1 1975-1982 gg. – Almaty: «Science» Kaz SSR, **1990**. – ISBN 5-628-00639-4.
- [3] Mikhailova N.N. About seismic events in inactive and aseismic regions of Kazakhstan. Modern geodynamics, deep structure and seismicity of platform territories and adjacent regions. – Voronezh, **2001**. – P.131-133. (In Russian)
- [4] Belyashova N.N., Mikhailova N.N. NNC RK Nuclear Testing System: Development and Opportunities // Bulletin / NNC RK. – **2007**. – N 2. – P. 5-8. (In Russian)
- [5] Belyashova N.N., Mikhailova N.N. Together with the organization for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty in Support of a Nuclear-Free World // Bulletin of the NNC RK. – **2008**. – N 2. – P. 5-15. (In Russian)
- [6] Mikhailova N.N. Shalgin earthquake in Central Kazakhstan "Geophysics and nonproliferation problems" August 22, 2001 // Bulletin of the NNC RK. – **2002**. – N 2. – P. 78-87. (In Russian)

- [7] Mikhailova N.N. On the mechanisms of foci of earthquakes of Central Kazakhstan // Bulletin of the NNC RK. – **2003**. – N 1. – P. 100-105. (In Russian)
- [8] Mikhailova N.N., Velikanov A.E., Poleshko N.N., Uzbekov A.N. On the earthquake near Karaganda June 21, 2014 // Bulletin of the NNC RK. – **2015**. – N 3. – P. 94-100.
- [9] Adushkin V.V., Kulikov V.I., Pernik L.M. Seismicity of blasting operations. Technogenic seismicity // Explosions and earthquakes in the territory of the European part of Russia. – Moscow, **2013**. – ISBN 978-5-89118-675-5.
- [10] Satov M.Zh. Monitoring of the mountain massif from the data of rock shifts // Gornyi zhurnal. – **1999**. – N 3. – P. 44-47.
- [11] Satov M.Zh. Monitoring of the mountain massif from the data of rock shifts // Gornyi zhurnal. – **1999**. – N 3. – P. 14-16.

**Н. Н. Михайлова, А. Н. Өзбеков**

Геофизикалық зерттеулер институты, Алматы, Қазақстан

### **ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНЦИЯЛЫҚ ЕРЕЖЕЛЕР**

**Аннотация.** Мақалада Орталық Қазақстанда тектоникалық және техногендік сипаттағы сейсмикалық оқиғалар қарастырылған. Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің Геофизикалық зерттеулер институтының сейсмикалық желісі бойынша осы аймақтың аумағын сейсмикалық бақылау сипаттамасы келтірілген.

Мониторингтің жаңа аспаптық деңгейлері Орталық Қазақстанда тектоникалық жер сілкінісі, карьерлерде, кеніштерде және басқа да техногендік оқиғалардағы жарылыстар туралы статистикалық мәліметтерді және жер қыртысының ең терең бөліктерінің стресс-күйі туралы мәліметтерді алуға мүмкіндік берді.

Орталық Қазақстанның платформалық құрылымдарында тектоникалық және техногендік сейсмикалық факторлар көріністерінің ерекшеліктерін ретроспективті талдау ұсынылды. Осы аймақтағы жер сілкінісінің параметрлері зерттелді, жер сілкінісі ошақтарының механизмі және тектоникалық ауысулардың түрлері туралы пікірлер жасалды, изосейлік карталар жасалды.

Сонымен қатар, Орталық Қазақстанда сейсмикалық оқиғаларды зерттеуде елеулі прогреске қарамастан кейбір техникалық және әдістемелік мәселелер әлі күнге дейін тиісті түрде дамымаған және олар бойынша жұмыс жалғасуда.

**Түйін сөздер:** жерсілкіну, фокал механизмі, сейсмикалық станциялар, афтершок, магнитуда, эпицентр, изосейста сызығы.