

УРАЛ и ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

А.А. Маловичко¹, Р.А. Дягилев¹, Ф.Г. Верхованцев¹, И.В. Голубева¹,

Т.В. Злобина², Н.Н. Носкова³

¹ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, amal@gsras.ru,

²ГИ УрО РАН, г. Пермь, tati.verkholantseva@gmail.com,

³ИГ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, noskova@geo.komisc.ru

Аннотация. В статье приведены сведения о действующей сети сейсмических станций на территории Урала и Западной Сибири, методике обработки данных, дан краткий анализ сейсмической активности в регионе в 2014 г. Показаны регистрационные возможности региональной сети Урала с учетом расширения контролируемой зоны на восток, в Западную Сибирь. Отмечено, что около 80 % зарегистрированных сетью событий приходится на технологические взрывы на горнодобывающих предприятиях, 46 событий имеют отношение к природной или природно-техногенной сейсмичности. Для наиболее сильных событий последней группы приведены варианты определений очаговых параметров, полученные другими агентствами.

Ключевые слова: сейсмичность, сейсмическая сеть, магнитуда, сейсмический режим, горно-тектонический удар, землетрясение, взрыв, Главный Уральский Разлом.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.21

Для цитирования: Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Злобина Т.В., Носкова Н.Н. Урал и Западная Сибирь // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 216–227. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.21

Введение. В 2014 г. пересмотрены границы и состав территорий, входящих в регион «Восточно-Европейская платформа, Урал и Западная Сибирь», для которых в ежегоднике «Землетрясения Северной Евразии» приводились обзоры сейсмичности. Границы новой территории «Урал и Западная Сибирь» показаны на рис. 1. Сейсмологическая сеть территории сосредоточена, главным образом, на Урале, однако своими регистрационными возможностями охватывает несколько разных с тектонической точки зрения регионов – складчатые сооружения Урала, восточную окраину Восточно-Европейской платформы и западную часть Западно-Сибирской плиты. Несмотря на разницу тектонических условий, с точки зрения сейсмичности все эти районы являются слабоактивными, и их допустимо рассматривать совместно. Главный вклад в сейсмичность изучаемой территории вносит Урал, где тектонические события пространственно структурированы, что обусловлено их приуроченностью к основной геологической структуре региона – Главному Уральскому Разлому (ГУР), имеющему субмеридиональное простирание (рис. 1). Сейсмичность Урала имеет весьма разнообразное происхождение. Природные землетрясения представлены здесь тектоническими, обвальными и даже импактными событиями. Среди техногенных источников – горные и горно-тектонические удары, обрушения, взрывы и др. Техногенные очаги тяготеют к местам размещения горнодобывающих предприятий. Несмотря на то, что их положение хорошо известно, близость этих объектов к ГУР затрудняет однозначную идентификацию природы сейсмических явлений. Региональная сейсмологическая сеть, активно развиваемая с 1999 г., дает возможность изучать эти процессы более детально.

Вместе с этим, рассеянная сейсмичность, характерная для платформенных территорий, также присутствует. За исторический период времени на территории восточнее Урала известно несколько землетрясений с $M_s \geq 3.5$ (рис. 1). Три самых крупных из них, с $M_s = 5.0–5.8$, произошли в южной части Западно-Сибирской равнины в 1849, 1904 и 1926 г. [1, 2]. Достоверность местоположения землетрясений 29 января 1849 г. с $I_0 = 6–7$ баллов и 13 февраля 1904 г. с $I_0 = 6$ баллов подтверждается сведениями об их ошутимости [2]. Карта на рис. 1 построена по данным [1, 2] с исторических времен до 1995 г., а также ежегодников «Землетрясения Северной Евразии», «Землетрясения России» и Сейсмологического бюллетеня [3] за 1992–2014 гг.

Сеть сейсмических станций. В 2014 г. в состав региональной сети интегрированы две новые сейсмические станции: «Толкаевка» (TLKV) и «Пожег» (PZG). Первая станция, принадлежащая Оренбургскому научному центру УрО РАН, расположена в западной части Оренбургской

области и начала работу 2 июля 2014 г. Вторая станция создана 14 декабря 2014 г. Институтом Геологии Коми НЦ УрО РАН и расположена на юге Республики Коми.

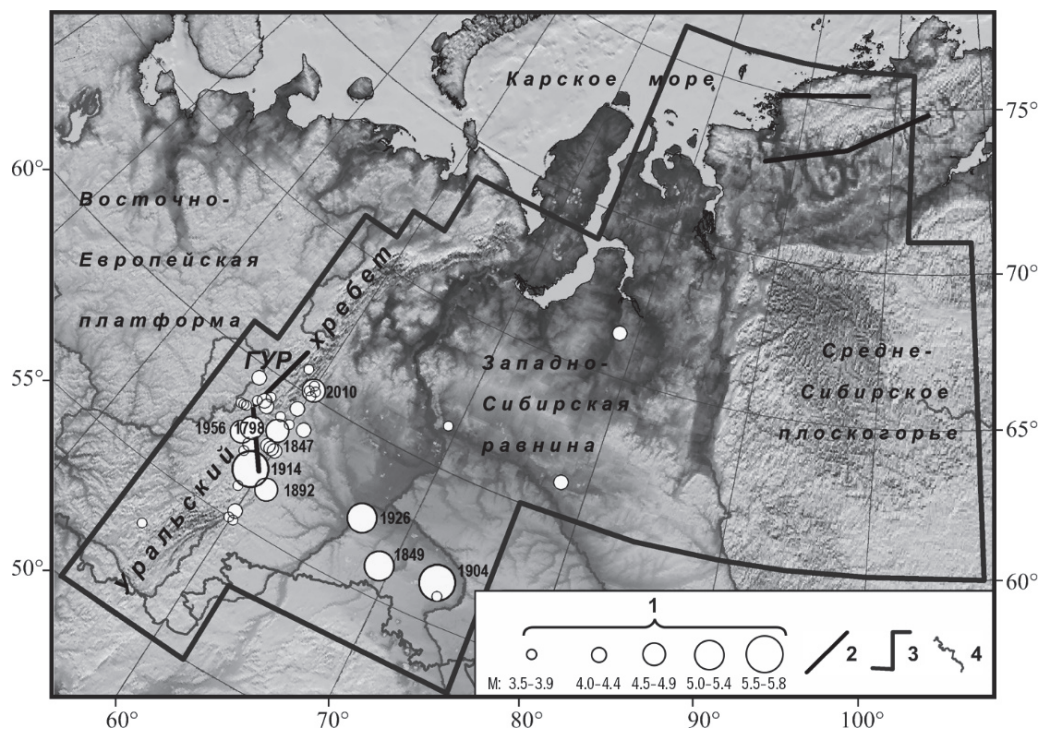


Рис. 1. Землетрясения Урала и Западной Сибири 1788–2014 гг. с $M_s \geq 3.5$ (для событий с $M_s \geq 4.5$ указан год их возникновения)

1 – магнитуда $M = MLH = M_s$; 2 – сейсмолинеament; 3 – граница территории Урала и Западной Сибири; 4 – государственная граница России.

Остальные изменения коснулись только аппаратного оснащения станций «Романово» (PR1R) и «Соликамск» (SOKR).

На сейсмической станции «Романово» произведена замена 16-битного регистратора SDAS v. 2.0 на 24-битный «Байкал-8» [4]. Комплект из трех короткопериодных сейсмометров CM-3-KB был заменен на один 3-компонентный датчик GS-1 3C Seismonitor [5]. Частота дискретизации в непрерывном режиме увеличена с 20 до 50 Гц. Триггерный режим с частотой дискретизации 100 Гц выключен. Данные изменения привели к увеличению динамического и частотного диапазона регистрируемых событий на сейсмической станции «Романово».

В середине декабря 2014 г., в связи с аварийной ситуацией на руднике СКРУ-2 ПАО «Уралкалий» [6], оборудование сейсмической станции «Соликамск», располагавшейся вблизи аварийной зоны, было демонтировано. Запланированы работы по выбору места, подготовке инфраструктуры и установке сейсмической станции «Соликамск» в пределах соседнего шахтного поля рудника СКРУ-3. Приведенные изменения в составе сети и аппаратуре отражены в [7].

Действующая сеть станций обеспечивает уверенную регистрацию сейсмических событий на большей части Пермского края, начиная с $ML_{\text{пер}} \geq 2.0$, в Свердловской области – с $ML_{\text{пер}} \geq 2.4$, в Республике Башкортостан – с $ML_{\text{пер}} \geq 2.6$, в Челябинской и Оренбургской областях – с $ML_{\text{пер}} \geq 2.8$, в Тюменской и Курганской областях – с $ML_{\text{пер}} \geq 3.2$ (рис. 2), на остальной территории – с $ML_{\text{пер}} \geq 3.6$.

Методика обработки цифровых записей землетрясений осталась прежней [8]. Передача данных в обрабатывающий центр происходит непрерывно в режиме, близком к реальному времени.

В качестве динамической характеристики сейсмических волн использовалась максимальная амплитуда колебаний на горизонтальных компонентах движения в симуляции сейсмографа Вуда-Андерсона для оценки локальной магнитуды $ML_{\text{пер}}$. Принятая в регионе магнитудная шкала $ML_{\text{пер}}$ изложена в [9], учитывает закономерности распространения сейсмических волн для территории Пермского края и соседних областей и находится в полном соответствии с классическим определением Ч. Рихтера [10]. Кинематические параметры определялись на основе годографа

IASPEI [11]. Для расчета сейсмической энергии E в Дж использовано корреляционное уравнение связи X . Канамори с соавторами [12]:

$$\lg E = 1.96 M_{L\text{per}} + 2.05. \quad (1)$$

Для сравнительного анализа региональной локации сейсмических событий привлекались данные других сейсмологических центров [13–16].

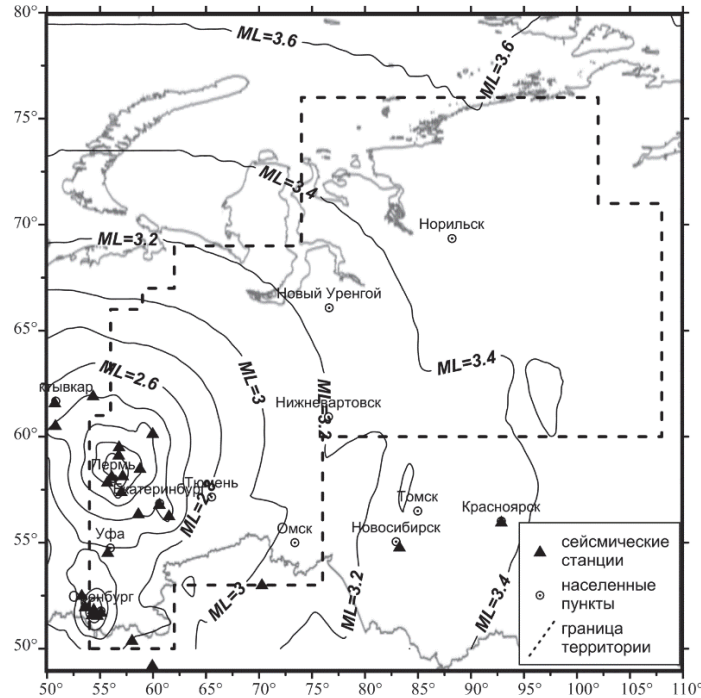


Рис. 2. Карта магнитудной представительности $M_{L\text{min}}$ регистрации сейсмических событий Уральской сетью и станциями смежных территорий в 2014 г.

Сейсмичность территории. В общей сложности сейсмическими станциями региона в 2014 г. было зарегистрировано 231 сейсмическое событие, для которых были определены все необходимые параметры (рис. 3). Наибольшее количество из них (185) приходится на долю массовых и технологических взрывов, проводимых на горнодобывающих предприятиях Пермского края, Свердловской, Челябинской областей и Республики Башкортостан. Остальные 46 сейсмических событий разделены на четыре основных типа: землетрясение, индуцированное землетрясение, возможно землетрясение и горно-тектонический удар (ГТУ). Причины и обоснованность введения в каталог Урала новой категории событий – «индуцированное землетрясение» – рассмотрены в отдельной статье настоящего ежегодника [17].

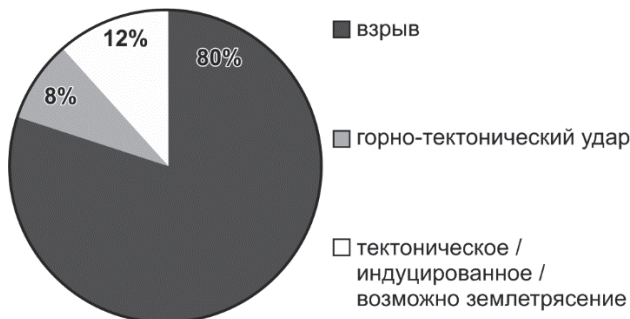


Рис. 3. Распределение сейсмических событий по типам

Взрывы. Оработка месторождений рудных и нерудных полезных ископаемых на территории региона проводится как открытым, так и подземным способом. Организации, осуществляющие взрывные работы на территории Пермского края, регулярно представляют информацию о параметрах производимых ими взрывов. С предприятий других регионов информация не полная, поэтому интерпретация ведется, исходя из близости горнодобывающих предприятий и согласно известным критериям распознавания волновых форм [18]. По имеющимся данным, наиболее крупные массовые взрывы производят на территории Свердловской области – Асбестовский, Высокогорский и Качканарский горно-обогатительные комбинаты

ющимся данным, наиболее крупные массовые взрывы производят на территории Свердловской области – Асбестовский, Высокогорский и Качканарский горно-обогатительные комбинаты

(ГОК) – с величиной заряда 100 и более тонн взрывчатых веществ (ВВ). На рис. 4 представлены сейсмограммы взрыва, произведенного на карьере Качканарского ГОКа 9 июня 2014 г. с массой ВВ 217.7 тонн, $ML_{\text{рег}}=2.5$.

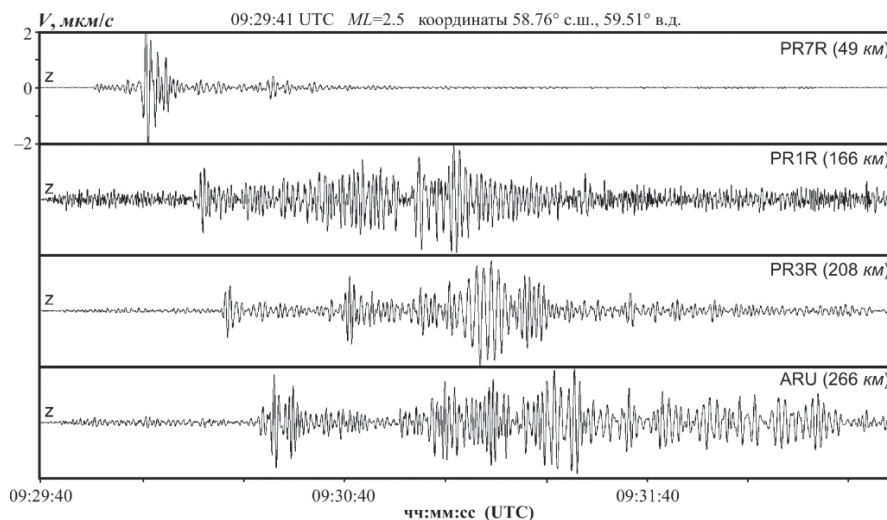


Рис. 4. Сейсмограммы взрыва с массой ВВ 217.7 т, произведенного ОАО «ЕВРАЗ Качканарский ГОК» 9 июня 2014 г.

На территории Пермского края максимальная масса ВВ не превышает 50 тонн. Для наиболее сильных взрывов с $ML_{\text{рег}} \geq 1.5$, регистрируемых несколькими станциями, традиционно определяются параметры очагов. В 2014 г. в региональный каталог взрывов включены 185 событий, у которых удалось достаточно точно определить все необходимые параметры очага. Это существенно больше, чем в 2013 г., когда были определены параметры лишь для 137 взрывов [19]. На рис. 5 представлено распределение взрывов по месяцам года.

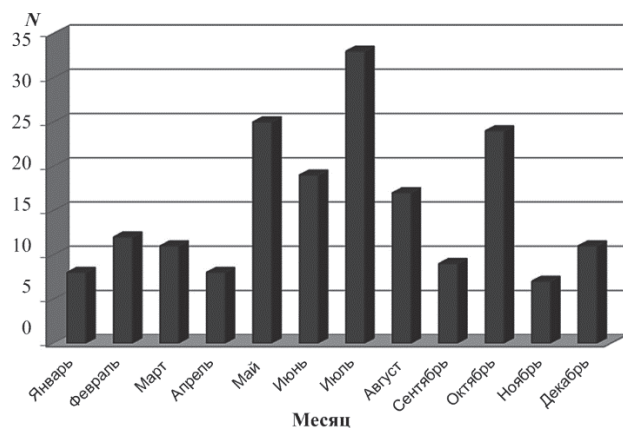


Рис. 5. Распределение числа взрывов по месяцам в 2014 г.

Как видно из рис. 5, наибольшее число взрывов было зарегистрировано в мае ($N=25$) и в июле ($N=33$). Диапазон магнитуд составил $ML_{\text{рег}}=1.5-2.8$. Суммарная сейсмическая энергия всех взрывов составила $E_{\Sigma}=5.23 \cdot 10^8$ Дж.

Горно-тектонические удары. Большую часть таких событий представляют горные и горно-тектонические удары на шахтах Североуральского бокситового месторождения (АО «СУБР»). За год было зарегистрировано около 300 ГТУ, для 17 из них удалось определить параметры очага ($1.9 \leq ML_{\text{рег}} \leq 3.2$). Остальные сейсмические события были зарегистрированы одной сейсмической станцией «Североуральск»

(SVUR), расположенной непосредственно в горных выработках шахты «Красная шапочка».

Еще два ГТУ было зарегистрировано в районе г. Нижний Тагил, где располагаются шахты Высокогорского ГОКа. Результаты определения параметров всех указанных ГТУ представлены в прилагаемом каталоге [20].

Наиболее сильным сейсмическим событием в 2014 г. стал горно-тектонический удар на шахте «Кальинская» (АО «СУБР»), произошедший 3 октября в 05^h57^m с $ML_{\text{рег}}=3.2$ (рис. 6). По данным службы прогнозирования и предотвращения горных ударов (СППГУ) АО «СУБР», событие не имело макросейсмических проявлений.

Суммарная сейсмическая энергия всех ГТУ составила $\Sigma E=4.89 \cdot 10^8$ Дж. Их техногенная природа не подвергается сомнению.

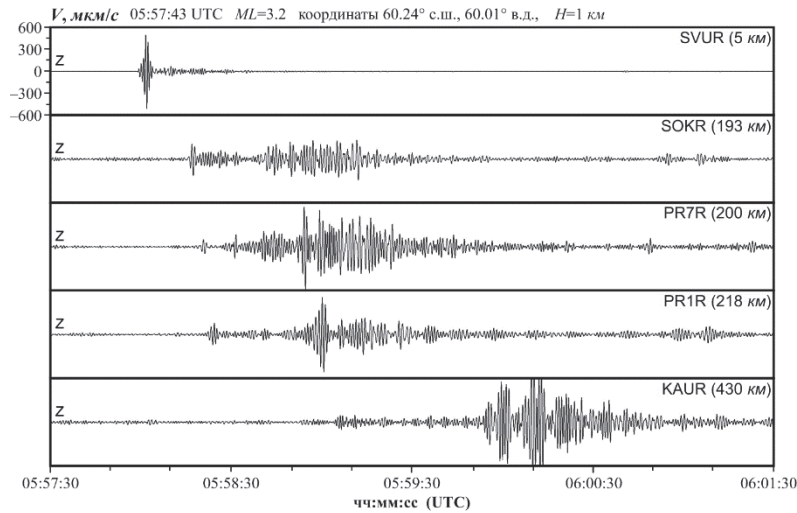


Рис. 6. Сейсмограммы горно-тектонического удара, произошедшего на шахте Кальинская 3 октября 2014 г. в 05^h57^m

Землетрясения. На территории Пермского края было зарегистрировано одно землетрясение, произошедшее 5 мая 2014 г. в 06^h29^m с $ML_{\text{пер}}=1.7$ в районе пос. Усть-Шалашная. Более мелкие события фиксируются одной, реже двумя станциями, они остаются в архивах записей и заносятся в каталог регионального обрабатывающего центра.

На территории Свердловской области 22 февраля 2014 г. в 09^h56^m было зарегистрировано землетрясение с магнитудой $ML_{\text{пер}}=2.7$ близ д. Верхняя Баранча. Сведения о макросейсмических проявлениях отсутствуют.

В Тюменской области в 100 км на север от Тобольска, в районе пос. Туртас, 17 июня 2014 г. в 23^h55^m зарегистрировано землетрясение магнитудой $ML_{\text{пер}}=3.0$. Данных о макросейсмических проявлениях нет.

На границе Республики Коми и Ханты-Мансийского автономного округа 28 января 2014 г. в 04^h41^m произошло землетрясение с магнитудой $ML_{\text{пер}}=3.1$ (рис. 7). После землетрясения 31 января был сделан запрос в район эпицентра на предмет возможных макросейсмических проявлений. Очаг события попадает на территорию Печоро-Илычского государственного заповедника. Телефонный разговор с и. о. директора Д.И. Кудрявцевой позволил прояснить, что данный район мало заселен. Имеются только избы лесников на кордонах, которые каждый день выходят на радиосвязь. При очередном сеансе связи с лесниками установлено, что ни один из них в тот день ничего не ощущал и не слышал. Землетрясение также было зарегистрировано станциями ИГ Коми НЦ УрО РАН [21] и архангельской сейсмологической сетью FCIAR [22]. Решения для очага по данным разных агентств приведены в табл. 1.

Таблица 1. Параметры землетрясения 28 января 2014 г. в 04^h41^m по данным различных агентств

| Агентство | t_0 , ч мин с | δt_0 , с | Гипоцентр | | | | | Магнитуда |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|---|
| | | | φ° , N | $\delta\varphi^\circ$ | λ° , E | $\delta\lambda^\circ$ | h , км | |
| ИГ Коми НЦ УрО РАН | 04 41 38 | 0.8 | 62.361 | 0.06 | 59.539 | 0.1 | 5 | $ML_{\text{пер}}=3.6/2$; $Kp=9.8$; $Ms=3.0/2$ |
| FCIAR | 04 41 43 | – | 62.32 | – | 59.08 | – | 5 | $ML_{\text{пер}}=3.1$ |
| MIRAS | 04 41 43 | – | 62.192 | – | 59.531 | – | 10f | $ML_{\text{пер}}=3.1$ |

Примечание. MIRAS – Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия; FCIAR – ФИЦ КИА, Архангельск, Россия [22]; f – фиксированная глубина.

В тектоническом отношении эпицентр землетрясения 28 января 2014 г. расположен в западной части Присалатимского аллохтона, ограниченного Фронтальным надвигом восточного наклона. Характер деформационных структур в батинальном комплексе Присалатимского аллохтона определяется наличием сжатых асимметричных многопорядковых складок с восточным падением осевых поверхностей и большого количества субпараллельных им взбросо-надвиговых сместителей [23]. Гипоцентр землетрясения находится на небольшой глубине и, вероятно, связан с унаследованной подвижкой по древнему Осевому надвигу, который выходит на поверхность в 20 км западнее эпицентра. Землетрясение является верхнекоровым

и может быть обусловлено смещением по ранее заложенным аллохтонным пластинам тектонических покровов Урала.

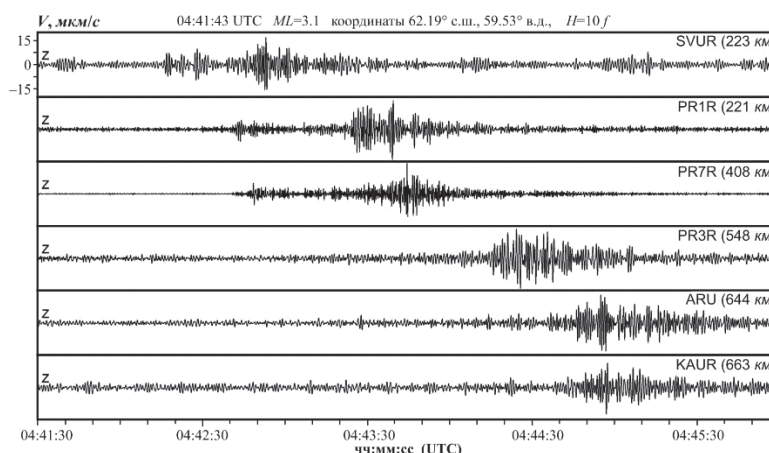


Рис. 7. Сейсмограммы землетрясения, произошедшего 28 января 2014 г. на границе Республики Коми и Ханты-Мансийского автономного округа в 04^h41^m

Наибольшее количество землетрясений в 2014 г. было зарегистрировано на территории Республики Башкортостан, где в 2013 г. была установлена первая сейсмическая станция [19]. С тектонической точки зрения территория Республики делится на две части: восточную окраину Восточно-Европейской платформы, включающую Предуральский краевой прогиб, и Уральскую разломно-надвиговую область [24]. С большой долей вероятности сейсмические события, эпицентры которых попадают в зону влияния ГУР, имеют тектоническую природу. Таких событий в 2014 г. было зарегистрировано два. Первое произошло 17 марта 2014 г. в 23^h00^m в районе села Уральск, его магнитуда составила $ML_{\text{per}}=3.1$ (рис. 8). Данное землетрясение было зарегистрировано на телесеизмических расстояниях, в табл. 2 приведены решения других агентств.

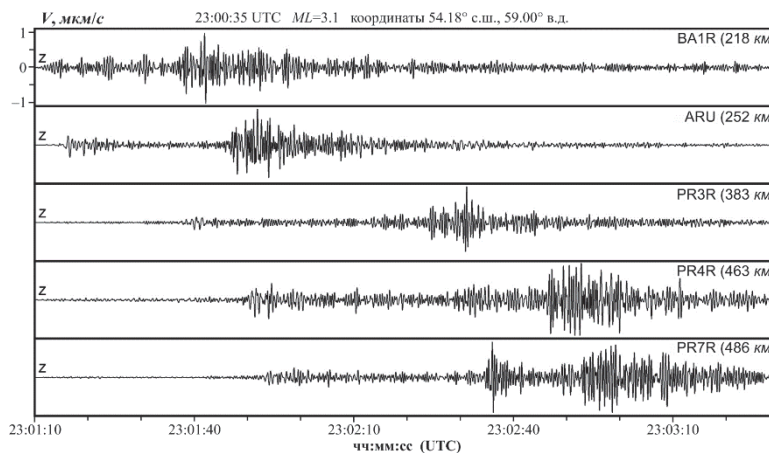


Рис. 8. Сейсмограммы тектонического землетрясения, произошедшего 17 марта 2014 г. 23^h00^m в районе с. Уральск, Республика Башкортостан

Таблица 2. Решения параметров землетрясения, произошедшего в Республике Башкортостан, с. Уральск, 17 марта 2014 г., по данным Уральской сейсмологической сети в сопоставлении с определениями других агентств

| Агентство | t_0 , ч мин с | δt_0 , с | Гипоцентр | | | | | Магнитуды |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|------------------------------------|
| | | | φ° , N | $\delta\varphi^\circ$ | λ° , E | $\delta\lambda^\circ$ | h , км | |
| MIRAS | 23 00 35 | — | 54.18 | — | 59.00 | — | 5f | $ML_{\text{per}}=3.1/7$ |
| IDC | 23 00 33 | 0.72 | 54.18 | — | 59.12 | — | 0f | $m_{b1\text{mx}}=3.4/53, ML=2.5/6$ |
| NNC | 23 00 39 | 3.31 | 53.68 | — | 59.95 | — | 0f | $m_b=3.4/-$ |

Примечание. MIRAS – Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия; NNC (KNDC) – National Nuclear Centre, Almaty, Kazakhstan [14]; IDC – International Data Centre, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization, Vienna, Austria [15]; f – фиксированная глубина.

Второе событие произошло 1 ноября 2014 г. в 11^h13^m рядом с г. Учалы. Магнитуда составила $M_{\text{per}}=2.5$. Близость эпицентра к карьеру Учалинского ГОКа вызывает вопросы о природе события. Известен и хорошо изучен [25], по крайней мере, один горно-тектонический удар в пределах данного карьера, 5 сентября 2012 г. в 20^h11^m, $M_{\text{per}}=3.4$, $I_0=5$. Сравнение волновых форм данного события и события 01.11.2014 г. показывает, что они существенным образом отличаются. Записи события 01.11.2014 г. схожи с волновыми формами тектонических землетрясений, регистрируемых в зоне ГУР. На запрос в администрацию Учалинского ГОКа о динамических проявлениях горного давления в пределах карьера и горных выработок шахты, а также о макросейсмических проявлениях, был получен отрицательный ответ. Совокупность данных факторов позволяет отнести событие 01.11.2014 г. к категории «возможно землетрясение».

1 сентября 2014 г. в 14^h51^m в Чишминском районе Башкортостана, который с тектонической точки зрения расположен в пределах Восточно-Европейской платформы, было зарегистрировано землетрясение с магнитудой $M_{\text{per}}=2.8$ (рис. 9). Малое эпицентральное расстояние – 26 км до ближайшей сейсмической станции «Уфа» (BA1R) – позволило надежно определить положение гипоцентра данного землетрясения – $\varphi=54.70^\circ$ с.ш., $\lambda=55.49^\circ$ в.д., $h=20$ км. Событие было зарегистрировано многими станциями на телесейсмических расстояниях, в частности, NNC [14], поэтому параметры землетрясения приводятся совместно с решением этого агентства (табл. 3).

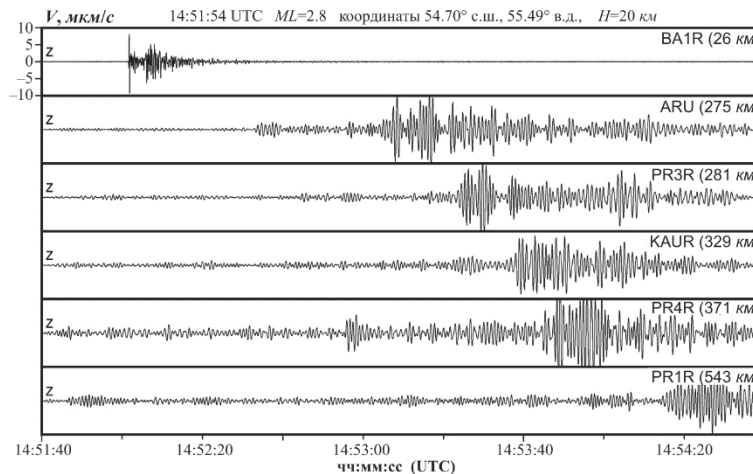


Рис. 9. Сейсмограммы землетрясения, произошедшего 1 сентября 2014 г. в 14^h51^m в Чишминском районе Республики Башкортостан

Таблица 3. Решения параметров землетрясения, произошедшего в Чишминском районе Республики Башкортостан 1 сентября 2014 г. в 14^h51^m

| Агентство | t_0 , ч мин с | δt_0 , с | Гипоцентр | | | | | Магнитуды |
|-----------|--------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|----------|-------------------------------------|
| | | | φ° , N | $\delta\varphi^\circ$ | λ° , E | $\delta\lambda^\circ$ | h , км | |
| MIRAS | 14 51 51 | – | 54.70 | – | 55.49 | – | 20 | $M_{\text{per}}=2.8/7$ |
| NNC | 14 51 55 | 12.11 | 54.27 | – | 57.64 | – | 3 | $m_b=3.1/-$, $m_{\text{pv}}=2.7/-$ |

Инструментально определенная глубина очага и особенности волновых форм данного события не оставляют сомнений, что оно имеет тектоническую природу.

Интересен тот факт, что в 2014 г. с марта по сентябрь в этом же районе зарегистрирована целая серия землетрясений небольших магнитуд. Наиболее сильное из них, произошедшее 20 мая в 18^h26^m UTC с $M_L=2.8$, имело макросейсмические проявления с интенсивностью 4–5 баллов в ближайшем населенном пункте Кляшево ($\Delta=1.6$ км). Имеющиеся данные не дают основания считать эти землетрясения афтершоками какого-то одного из них, поэтому они рассматриваются как рой, вероятно, обусловленный влиянием разработки Алкинского нефтяного месторождения. Подробное описание макросейсмических данных землетрясения 20 мая 2014 г. и анализ природы всех других событий роя в Чишминском районе Республики Башкортостан представлены в отдельной статье настоящего ежегодника [17].

Сведения о параметрах всех землетрясений, зарегистрированных в 2014 г. на Урале и сопредельных территориях, приведены в [20].

Итоговое распределение событий разных типов по магнитудам $ML_{\text{рег}}$ и суммарное распределение сейсмической энергии ΣE на территории Урала представлено в табл. 4. Энергия событий рассчитывалась по формуле (1). Карта эпицентров сейсмических событий, зарегистрированных в 2014 г., представлена на рис. 10.

Таблица 4. Распределение числа сейсмических событий N в различных интервалах магнитуд $ML_{\text{рег}}$ и суммарная выделившаяся сейсмическая энергия ΣE , Дж

| Тип события | $ML_{\text{рег}}$ | | | | N_{Σ} | ΣE , Дж |
|---|-------------------|---------|---------|---------|--------------|-------------------|
| | 0–1.0 | 1.1–2.0 | 2.1–3.0 | 3.1–4.0 | | |
| Тектоническое, индуцированное, возможно землетрясение | – | 17 | 8 | 2 | 27 | $4.74 \cdot 10^8$ |
| ГТУ | – | 1 | 17 | 1 | 19 | $4.89 \cdot 10^8$ |
| взрывы | – | 79 | 106 | – | 185 | $5.23 \cdot 10^8$ |
| Всего | – | 97 | 131 | 3 | 231 | $1.49 \cdot 10^9$ |

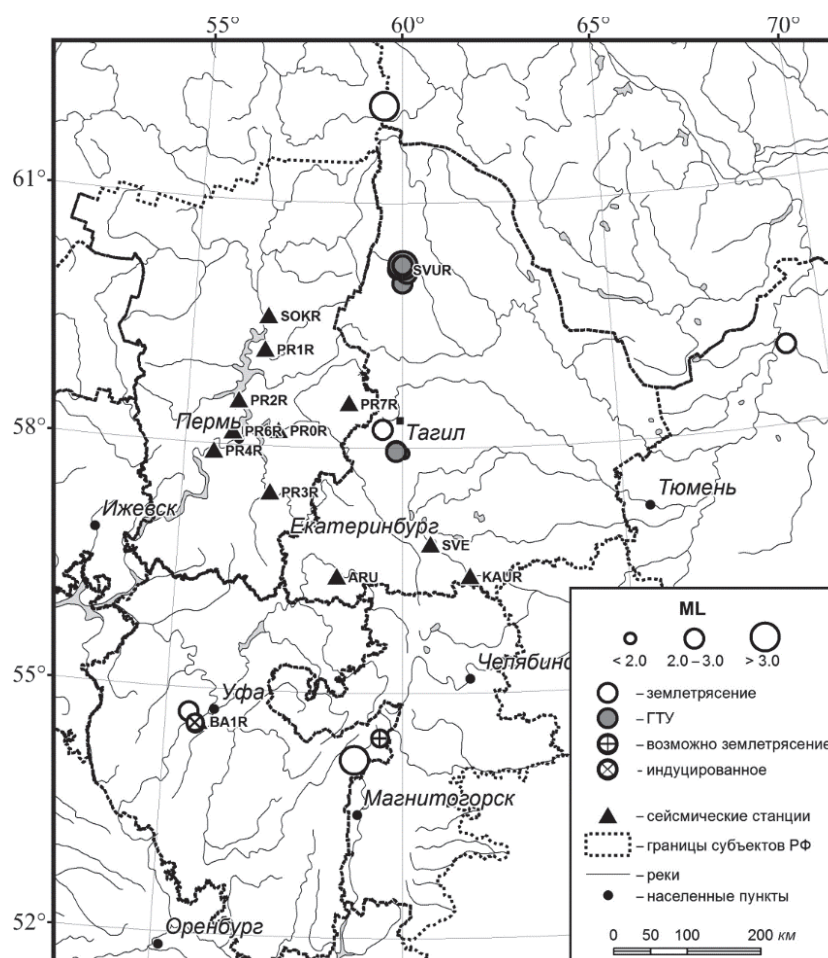


Рис. 10. Карта эпицентров сейсмических событий Урала и Западной Сибири в 2014 г.

Подводя итоги за 2014 г., рассмотрим временной ряд наблюдений за сейсмической активностью, начиная с 2006 г. (рис. 11). Тренд на снижение природной сейсмической активности, продолжавшийся с 2010 г., оказался преломленным. Как видим, суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в очагах землетрясений, существенно увеличилась в 2014 г. Увеличение общего количества событий за счет выделения новой категории индуцированных землетрясений не явилось в этом случае определяющим, так как их магнитуды, за исключением одного события, были небольшими ($ML_{\text{рег}} < 2.5$). Основной вклад в увеличение энергии внесли события категорий землетрясение/возможно землетрясение с магнитудами $ML_{\text{рег}} \geq 2.5$, которых в 2014 г. было зарегистрировано шесть.

Уменьшение числа горно-тектонических ударов в 2014 г. ($N_{\Sigma}=19$ против $N_{\Sigma}=31$ в 2013 г.) привело к более чем пятикратному падению суммарной выделенной сейсмической энергии: $E_{\Sigma}=4.89 \cdot 10^8$ Дж вместо $2.82 \cdot 10^9$ Дж в 2013 г. [19].

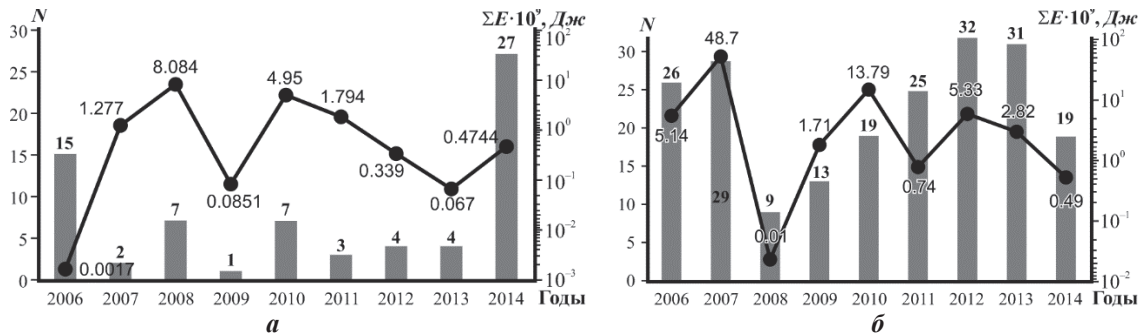


Рис. 11. Сводные данные о годовых числах и суммарной энергии для землетрясений (а) и горно-тектонических ударов (б) за 2006–2014 гг.

Заключение. В целом можно отметить, что 2014 г. для региона в сейсмическом отношении оказался продуктивным. Помимо ранее выделенных активных зон природной (Главный Уральский Разлом) и техногенной сейсмичности (район гг. Североуральск и Нижний Тагил), в центральной части Республики Башкортостан в Чишминском районе выявлена новая зона, в которой зарегистрированы ранее не наблюдававшиеся типы сейсмических событий.

Л и т е р а т у р а

1. Kondorskaya N.V, Ulomov V.I. (Eds) Special catalogue of earthquakes of the Northern Eurasia (SECNE). GSHAP Region 7. URL: <http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/neurasia/nordasiacat.txt>
2. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. – М.: Наука, 1977. – 536 с.
3. Сейсмологический бюллетень (сеть телесеизмических станций), 2014. (2020 г.) // ФИЦ ЕГС РАН [сайт]. – URL: ftp://ftp.gsras.ru/pub/Telesismic_bulletin/2014
4. Регистратор сейсмических сигналов Байкал-8. – 2016. 25 с. – URL: <http://r-sensors.ru/upload/iblock/a4d/a4d8aa6d913658cf707e90d982c3943f.pdf>
5. GS-1 3C Seismonitor, 2018. 2 p. – URL: https://www.geospace.com/wp-content/uploads/2018/05/592-15340-01_A_Brochure-GS-1-3C-SeisMonitor.pdf
6. Информационное сообщение ОАО «Уралкалий» – URL: http://www.uralkali.com/ru/press_center/press_releases/item19819/
7. Верхованцев Ф.Г., Нестеренко М.Ю., Носкова Н.Н. Цифровые станции Уральской сейсмической сети в 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
8. Маловичко А.А., Маловичко Д.А., Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Голубева И.В., Верхованцев А.В. Пермский край 2000–2005 гг. // Землетрясения Северной Евразии, 2005 год. – Обнинск: ГС РАН, 2011. – С. 269–289.
9. Дягилев Р.А. Шкала M_L для Среднего Урала // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 219–223.
10. Рихтер Ч. Инструментальная шкала для магнитуд землетрясений // Слабые землетрясения. – М.: ИЛ, 1961. – С. 13–44.
11. Kennett B.L.N. (Compiler and Editor) (1991) IASPEI 1991 Seismological Tables. Bibliotech, Canberra, Australia, 167 pp.
12. Kanamori H., Mori J., Hauksson E., Heaton T.H., Hutton L.K., Jones L.M. Determination of Earthquake Energy Release and M_L using TERRAscope. – Bull. Seism. Soc. Am. – 1993. – V. 83. – № 2. – P. 330–346.
13. International Seismological Centre (2016 г.), On-line Bulletin, <https://doi.org/10.31905/D808B830>
14. Казахстанский национальный центр данных – URL: <http://www.kndc.kz/index.php/ru>

15. International Data Centre, Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization. – URL: <https://www.ctbto.org/verification-regime/the-international-data-centre>
16. National Earthquake Information Center – URL: <https://earthquake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php>
17. Верхованцев Ф.Г., Дягилев Р.А., Голубева И.В., Гусева Н.С. Землетрясение 20 мая 2014 г. $ML=2.8$, $I_0=4-5$ в центральной части Республики Башкортостан // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 317–322. doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.32
18. Дягилев Р.А., Голубева И.В. Оценка эффективности критерия распознавания сейсмических событий As/Ar для станций Уральского региона с применением статистических подходов // Сейсмичность Северной Евразии. Материалы международной конференции. – Обнинск: ГС РАН, 2008. – С. 78–80.
19. Маловичко А.А., Дягилев Р.А., Голубева И.В., Верхованцев Ф.Г., Злобина Т.В. Урал // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 22 (2013 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2019. – С. 256–267. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.01
20. Дягилев Р.А. (отв. сост.), Голубева И.В., Верхованцев Ф.Г., Старикович Е.Н., Белевская М.А., Злобина Т.В., Варлашова Ю.В., Носкова Н.Н. Сводный каталог землетрясений, горных и горно-тектонических ударов на территории Урала и прилегающих районов за 2014 г. // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – Приложение на CD-ROM.
21. Носкова Н.Н. Новые данные о сейсмичности северной части Урала // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2016. – № 3 (255). С. 3–12. DOI: 10.19110/2221-1381-2016-3-3-12
22. Французова В.И., Конечная Я.В., Ваганова Н.В., Морозов А.Н. Сейсмичность Евроарктического региона в 2014 г. по данным Архангельской сейсмической сети // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Десятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2015. – С. 339–343.
23. Юдин В.В., Ремизов Д.Н. Сбалансированная геодинамическая модель по профилю «Полярноуральский трансект» // Геология и минеральные ресурсы Европейского Северо-Востока России: Материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. – Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2014. – Т. II. – С. 77–79.
24. Республика Башкортостан. Схема тектонического районирования. Масштаб 1:2 100 000. ВСЕГЕИ. – URL: <http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/pfo/bashkortostan>
25. Дягилев Р.А., Злобина Т.В., Гусева Н.С. Учалинское техногенное землетрясение 5 сентября 2012 г. с $K_p=9.5$, $ML=3.4$, $I_0=5$ (Башкортостан) // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 21 (2012 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2018. – С. 387–391.

URALS and WESTERN SIBERIA

*Malovichko, A.A.¹, Dyagilev, R.A.¹, Verkholtantsev¹, F.G., Golubeva, I.V.¹,
Zlobina, T.V.², Noskova, N.N.³*

¹*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, amal@gstras.ru,*

²*Mining Institute, Ural branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, tati.verkholtantseva@gmail.com*

³*Institute of Geology of Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, noskova@geo.komisc.ru*

Abstract. The article shows current layout of seismic network in the Urals and Western Siberia, data processing technique and results of brief analysis of seismic activity in the region in 2014. Ability of the network adjusted to new boundaries of the territory under control that now includes the Urals and Western Siberia is shown. About 80% of registered events are the technological explosions in mines and open pits, 46 events are related to natural or induced seismicity. For the strongest events of the last group the options of determination of focal parameters received by other agencies are given.

Key words: seismicity, seismic network, magnitude, seismic regime, mining tectonic shock, earthquake, explosion, Main Ural Fault.

DOI: 10.35540/1818-6254.2020.23.21

For citation: Malovichko, A.A., Dyagilev, R.A., Verkholtantsev, F.G., Golubeva, I.V., Zlobina, T.V., & Noskova, N.N. (2020). [Urals and Western Siberia]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 216–227. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.21

References

1. Kondorskaya, N.V., & Ulomov, V.I. (Eds). (2020). Special catalogue of earthquakes of the Northern Eurasia (SECNE). GSHAP Region 7. Retrieved from <http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/neurasia/nordasiacat.txt>
2. Kondorskaya, N.V., & Ulomov, V.I. (Eds). (1977). *Novyi katalog sil'nykh zemletriasenii na territorii SSSR s drevneishikh vremen do 1975 g.* [New catalogue of strong earthquakes at the territory of the USSR from ancient time till 1975]. Moscow, Russia: Nauka Publ., 536 p. (In Russ.).
3. GS RAS, Bulletin of Teleseismic Stations, 2014. (2020). Retrieved from ftp://ftp.gstras.ru/pub/Teleseismic_bulletin/2014 (In Russ.).
4. *Registrator seismicheskikh signalov Baikal-8* [Seismic signal logger Baikal-8]. (2020). Retrieved from <http://r-sensors.ru/upload/iblock/a4d/a4d8aa6d913658cf707e90d982c3943f.pdf> (In Russ.).
5. GS-1 3C Seismonitor (2020). Retrieved from https://www.geospace.com/wp-content/uploads/2018/05/592-15340-01_A_Brochure-GS-1-3C-SeisMonitor.pdf
6. *Informatsionnoe soobshchenie OAO «Uralkali»* [Information message of JSC «Uralkali»]. (2020). Retrieved from http://www.uralkali.com/ru/press_center/press_releases/item19819/ (In Russ.).
7. Verkholtantsev, F.G., Nesterenko, M.Iu., & Noskova, N.N. (2020). [Digital stations of Ural seismic network]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
8. Malovichko, A.A., Malovichko, D.A., Dyagilev, R.A., Verkholtantsev, F.G., Golubeva, I.V., & Verkholtantsev, A.V. (2011). [Perm region 2000–2005]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii, 2005 god* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2005] (pp. 269–289). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
9. Dyagilev, R.A. (2015). [M_L scale for the Middle Urals]. In *Materialy X Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh"* [Proceedings of the X International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 219–223). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
10. Richter, Ch. (1961). Instrumental'naiia shkala dlia magnitud zemletriasenii [Instrumental scale for earthquake magnitudes]. In *Slabye zemletriaseniia* [Weak earthquakes] (pp. 13–44). Moscow, Russia: IL Publ. (In Russ.).
11. Kennett, B.L.N. (1991). *IASPEI 1991 Seismological Tables*. Bibliotech, Canberra, Australia, 167 pp.
12. Kanamori, H., Mori, J., Hauksson, E., Heaton, T.H., Hutton, L.K., & Jones, L.M. (1993). Determination of earthquake energy release and ML using TERRAscope. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 83(2), 330–346.
13. International Seismological Centre. (2016). On-line Bulletin. Retrieved from <https://doi.org/10.31905/D808B830>
14. *Kazakhstanskii natsional'nyi tsentr dannykh* [Kazakhstan national data center] (2020). Retrieved from <http://www.kndc.kz/index.php/ru> (In Russ.).
15. International Data Centre. (2020). Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty Organization. Retrieved from <https://www.ctbto.org/verification-regime/the-international-data-centre>
16. National Earthquake Information Center. (2020). Retrieved from <https://earthquake.usgs.gov/contactus/golden/neic.php>
17. Verkholtantsev, F.G., Dyagilev, R.A., Golubeva, I.V., & Guseva, N.S. (2020). [Earthquake on May 20, 2014, $M_L=2.8$, $I_0=4-5$ in central part of Bashkortostan republic]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 317–322. (In Russ.). doi: 10.35540/1818-6254.2020.23.32
18. Dyagilev, R.A., & Golubeva, I.V. (2008). [Estimation of efficiency of A_s/A_p discriminator of seismic events for Ural region using statistical approaches]. In *Seismichnost' Severnoi Evrazii. Materialy mezhdunarodnoi konferentsii* [Seismicity of the Northern Eurasia. Proceedings of international conference] (pp. 78–80). Obninsk, Russia: GS RAS. (In Russ.).
19. Malovichko, A.A., Dyagilev, R.A., Golubeva, I.V., Verkholtantsev, F.G., & Zlobina, T.V. (2019). [Urals]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia]. 22(2013), 256–267. doi: 10.35540/1818-6254.2019.22.01 (In Russ.).
20. Dyagilev, R.A., Golubeva, I.V., Verkholtantsev, F.G., Starikov, E.N., Belevskaia, M.A., Zlobina, T.V., Varlashova, Iu.V., & Noskova, N.N. (2020). [Catalogue of earthquakes and mine induced events at the territory of the Urals and neighboring areas for 2014]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), Appendix on CD. (In Russ.).
21. Noskova, N.N. (2016). [New data about seismicity of northern part of the Urals]. *Vestnik Instituta geologii Komi NTs UrO RAN* [Articles of the Institute of Geology of Komi SC UB RAS], 3(255), 3–12. doi: 10.19110/2221-1381-2016-3-3-12 (In Russ.).

22. Frantsuzova, V.I., Konechnaia, Ia.V., Vaganova, N.V., & Morozov, A.N. (2015). [Seismicity of European Arctic region by Arkhangelsk seismic network data]. In *Materialy X Mezhdunarodnoi seismologicheskoi shkoly "Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannyykh"* [Proceedings of the X International Seismological Workshop "Modern Methods of Processing and Interpretation of Seismological Data"] (pp. 339–343). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
23. Iudin, V.V., & Remizov, D.N. (2014). [Balanced geodynamic model along profile «Poliarnoural'skii transekt»] In *Geologiya i mineral'nye resursy Evropeiskogo Severo-Vostoka Rossii: Materialy XVI Geologicheskogo s"ezda Respubliki Komi. Tom II*. [Geology and mineral resources of European North-East of Russia: Proceedings of the XVI geological congress of Komi Republic. Vol. II] (pp. 77–79). Syktyvkar, Russia: IG Komi SC UB RAS. (In Russ.).
24. *Respublika Bashkortostan. Skhema tektonicheskogo raionirovaniia. Masshtab 1:2 100 000* [Republic of Bashkortostan. Chart of tectonic regionalization. Scale 1:2 100 000] (2020). Retrieved from <http://www.vsegei.ru/ru/info/gisatlas/pfo/bashkortostan> (In Russ.).
25. Dyagilev, R.A., Zlobina, T.V., & Guseva, N.S. (2018). [Uchaly earthquake on September 5, 2012, $K_p=9.5$, $ML=3.4$, $I_0=5$ (Bashkortostan)]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 21(2012), 387–391. (In Russ.).