

ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА:

УДК 550.34.034, 550.348

СЕЙСМИЧНОСТЬ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ и БЛИЖАЙШЕГО ОКРУЖЕНИЯ в 2020 году

Н.Н. Носкова¹, И.П. Габсатарова², С.В. Баранов³, Н.В. Ваганова⁴, И.А. Зуева⁵,
И.С. Ковалева³, Я.В. Конечная⁶, О.В. Карпинская⁷, А.А. Лебедев⁵, В.А. Мещерякова⁵,
Л.И. Бакунович⁵, А.Н. Морозов⁸, Л.М. Мунирова⁷,
Л.И. Надёжка⁹, С.И. Петров³, С.П. Пивоваров⁹

¹Институт геологии ФИЦ Коми научного Центра УрО РАН, г. Сыктывкар

²ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

³Кольский филиал ФИЦ ЕГС РАН, г. Апатиты

⁴ФИЦ комплексного изучения Арктики им. академика РАН Н.П. Лаверова, г. Архангельск

⁵Институт геологии Карельского научного Центра РАН, г. Петрозаводск

⁶ФИЦ ЕГС РАН, г. Архангельск

⁷ФИЦ ЕГС РАН, г. Санкт-Петербург

⁸ИФЗ РАН, г. Москва

⁹ФИЦ ЕГС РАН, г. Воронеж

Аннотация. На российской территории Восточно-Европейской платформы сейсмические наблюдения в 2020 г. проводились 47 стационарными сейсмическими станциями. Зарегистрировано 36 сейсмических событий тектонической и техногенно-тектонической природы. Как и ранее, слабая природная и природно-техногенная сейсмичность регистрировалась на территории Воронежского кристаллического массива и Балтийского щита: в Карелии, приграничных с Финляндией районах, вблизи Кандалакшского залива, в пределах Хибинского, Ковдорского массивов и в районе Вите-губы озера Имандра на Кольском полуострове. Особенностью сейсмичности 2020 г. является возникновение землетрясений в палеорифтовых структурах северо-востока Восточно-Европейской платформы: в Кировско-Кажимском и Среднерусском авлакогенах. Суммарный объем выделившейся сейсмической энергии в 2020 г. составляет $\Sigma E = 7.16 \cdot 10^9$ Дж, что в два раза ниже, чем в 2019 г., но в два раза больше энергии, выделившейся в 2018 году.

Ключевые слова: землетрясение, слабая сейсмичность, природно-техногенные сейсмические события, Балтийский щит, Среднерусский авлакоген, Кировско-Кажимский авлакоген.

Для цитирования: Носкова Н.Н., Габсатарова И.П., Баранов С.В., Ваганова Н.В., Зуева И.А., Ковалева И.С., Конечная Я.В., Карпинская О.В., Лебедев А.А., Мещерякова В.А., Бакунович Л.И., Морозов А.Н., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Петров С.И., Пивоваров С.П. Сейсмичность Российской части Восточно-Европейской платформы и ближайшего окружения в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 189–197. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.17> EDN: HVJCFV

Введение. В 2020 г. продолжался мониторинг сейсмичности в слабоактивных районах Восточно-Европейской платформы (ВЕП) – региона XIV в границах, указанных в обзорной статье настоящего журнала [1] и приведенных на рис. 1. Сейсмические наблюдения в регионе проводились отдельными сейсмическими сетями, включающими 47 сейсмических станций (Прил. 1 к статье). Параметры сейсмических событий определялись в региональных центрах (Прил. 4–9), расположенных в периферийных частях платформы: на территории Воронежского кристаллического массива (г. Воронеж, код центра VMGSR/код сети VN) (Прил. 4); в южной части Балтийского щита (БЩ) (г. Санкт-Петербург, код центра OBGSR/код сети RU) (Прил. 6); в юго-восточной части БЩ в Карелии (г. Петрозаводск, код центра IGKRC) (Прил. 9); в восточной части БЩ (г. Апатиты, код центра KOGSR/код сети КО) (Прил. 5); в Беломорском регионе (г. Архангельск, код центра FCIAR/код сети АН) (Прил. 8); на северо-востоке ВЕП (г. Сыктывкар, код центра IGKR) (Прил. 7).

Часть информации о наиболее значительных землетрясениях была ранее опубликована в статьях: о сейсмичности в восточной части Балтийского щита и в Беломорском регионе [2], на территории Волго-Уральской антеклизы [3] и Мезенской синеклизы [4, 5].

Целью настоящего исследования является комплексное описание собранных данных о природных и природно-техногенных событиях и анализ распределения сейсмичности в тектонических структурах ВЕП.

Сеть сейсмических станций в 2020 г. относительно предыдущих лет [6] не претерпела изменений. Таким образом, сеть в целом на территории Российской части ВЕП состояла из 47 станций. Следует отметить, что общая конфигурация сети и расчетные изолинии представительных магнитуд остались прежними по сравнению с приведенными в [7].

Методика обработки. Методика обработки цифровых записей и получения параметров сейсмических событий во всех информационных центрах была сохранена и не отличалась от применяемой в предыдущие годы [6, 7]. Она основывалась на использовании отечественного программного обеспечения WSG [8], EL [9] и NAS [10]. Значение локальной магнитуды событий ML рассчитывалось в различных региональных центрах по разным формулам, например, ML для станций сети KOGSR рассчитывалась по [11]. Расчет выделившейся энергии проводился в соответствии с предложенным в [12] подходом, а именно: с использованием формулы пересчета из K_R по Т.Г. Раутиан $E, Дж = 10^{1.8M+4}$, где $M=MS$ или $M=ML-0.3$ [13].

Характеристика сводного каталога. Сводный каталог землетрясений территории Восточно-Европейской платформы и ее ближайшего окружения был составлен по результатам информации о природных и природно-техногенных землетрясениях, поступившей от уже названных центров (Прил. 2). При составлении каталога, в случае дублирования решения разными центрами, выбиралось наиболее надежное решение на основе экспертного заключения, принимаемого с учетом используемых при локации сети сейсмических станций и методики.

За исследуемый период зарегистрировано 36 сейсмических событий тектонической и техногенно-тектонической природы (рис. 1).

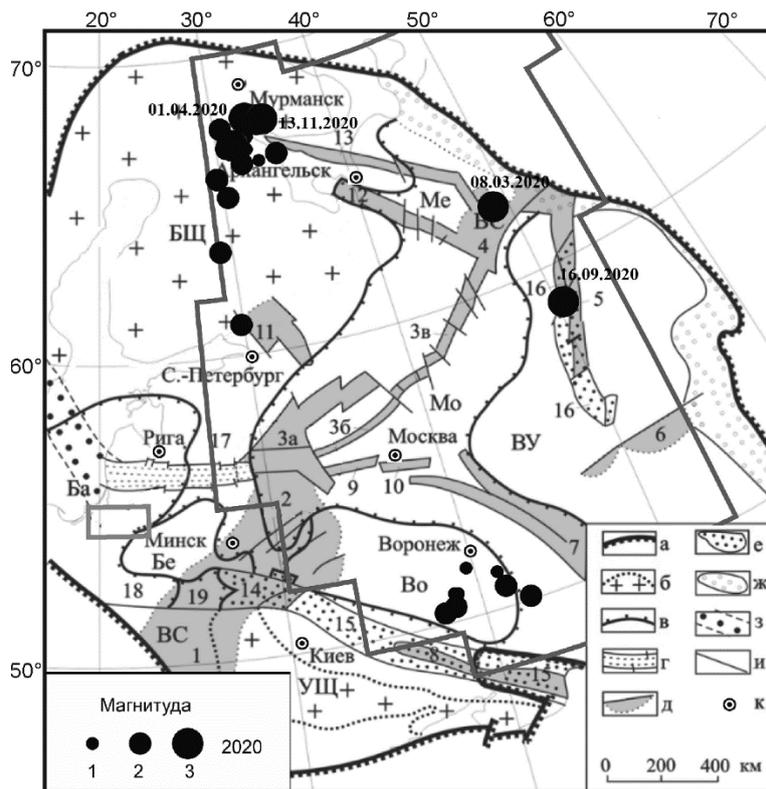


Рис. 1. Положение эпицентров землетрясений 2020 г. (тектонических и техногенно-тектонических) с $K_R \geq 5$ на тектонической схеме Восточно-Европейской платформы (Российская часть ВЕП) [14]

а – граница платформы; б – щиты (БЩ – Балтийский, УЩ – Украинский); в – границы антеклиз и синеклиз (антеклизы: Бе – Белорусская, Во – Воронежская, ВУ – Волго-Уральская; синеклизы: Ба – Балтийская, Мо – Московская, Ме – Мезенская); г – Полоцко-Курземский пояс разломов; д-е – системы палеорифтов: д – ранних (ВС – Вольно-Среднерусская система прогибов: 1 – Вольнский, 2 – Оршанский палеопрогобы; 3 – Среднерусский авлакоген: 3 а – Крестовская (Валдайская), 3 б – Тверская, 3 в – Сухонская ветви; 4 – Яренская впадина; 5–8 – авлакогены: 5 – Кировско-Кажимский, 6 – Серноводско-Абдулинский, 7 – Пачелмский, 8 – Днепровско-Донецкий; 9–13 – грабены: 9 – Гжатский, 10 – Московский, 11 – Ладожский, 12 – Двинский, 13 – Лещуковский); е – поздних (14 – Припятский, 15 – Днепровско-Донецкий, 16 – Вятский прогибы); ж – зоны перикратонных опусканий, синхронных с ранними палеорифтами; з – Готландский пояс; и – разлом; к – крупные города.

Общее число локализованных в 2020 г. землетрясений ($N_{\Sigma}=36$) близко к числу землетрясений, зарегистрированных в 2018 г. и 2019 г. [6] (табл. 1). При этом суммарный объем выделившейся сейсмической энергии в 2020 г. составил $\Sigma E=7.16 \cdot 10^9$ Дж, что примерно в 33 раза меньше годового значения в 2014 г. [15] и 2015 г. [7], и в два раза ниже, чем в 2017 г. [16] и 2019 г. [6] (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1. Распределение числа землетрясений N_{Σ} и суммарной сейсмической энергии ΣE по годам за период 2013–2020 гг.

Год	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
K_{\max}	10	11	11	10	10	9	10	9.4
N_{Σ}	12	20	55	64	27	37	38	36
$\Sigma E, 10^9 \text{ Дж}$	3.67	240	230	11.4	16.9	3.59	14	7.16

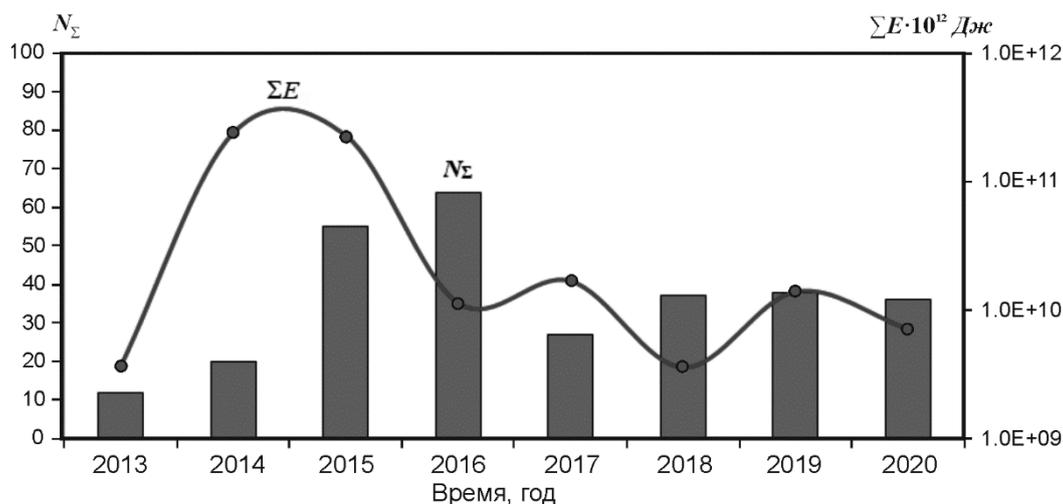


Рис. 2. График распределения числа землетрясений N_{Σ} в границах региона и их суммарной сейсмической энергии ΣE , Дж по годам с 2013 г. по 2020 г.

Самое значительное по магнитуде землетрясение произошло 8 марта 2020 г. в Архангельской области вблизи границы с Республикой Коми и локализовано в северной части Среднерусского авлакогена. Значение локальной магнитуды $ML=3.3$ по данным центра FCJAR [4] и $ML=2.8$ по данным IGKR [5]. Близкое по магнитуде землетрясение зарегистрировано в Кировской области 16 сентября 2020 г., $ML=3.2$ [3] в центральной части Кировско-Кажимского авлакогена. На севере Балтийского щита, в Мурманской области, произошли два значимые для региона землетрясения: 1 апреля в Кандалакшском районе с $ML=3.0$ и 13 ноября в районе Вите-губы озера Имандра с $ML=2.8$. [2].

Природная сейсмичность в отдельных районах ВЕП

Значительная часть зарегистрированных землетрясений произошла на территории Балтийского щита, где лоцировано 27 сейсмических событий предположительно природного и природно-техногенного происхождения (Приложение 2). Как и ранее, особенностью сейсмичности территории ВЕП в 2020 г. являлась регистрация землетрясений в периферийных частях (на юге, северо-западе и северо-востоке) и в зонах, связанных с палеорифтовыми структурами на северо-востоке платформ.

Как уже отмечалось, заметное ($ML=3.3$) и вместе с тем редкое землетрясение произошло 8 марта 2020 г. в 23^h29^m в Ленском районе Архангельской области вблизи границы с Республикой Коми. Оно является тектоническим, среднекоровым и приурочено к северному флангу Среднерусского авлакогена – Котласскому (в разных работах встречаются и другие названия северного фланга авлакогена: Котлас-Яренская впадина, Яренский авлакоген и др.) грабену, который является северо-восточным окончанием Среднерусского авлакогена. Среднерусская система палеорифтов относится к главным сутурам и зонам сочленения крупных сегментов фундамента ВЕП: Фенноскандии, Сарматии и Волго-Уралии [5]. На рис. 3 показаны волновые формы ближайших станций «Сыктывкар» и «Лешуконское».

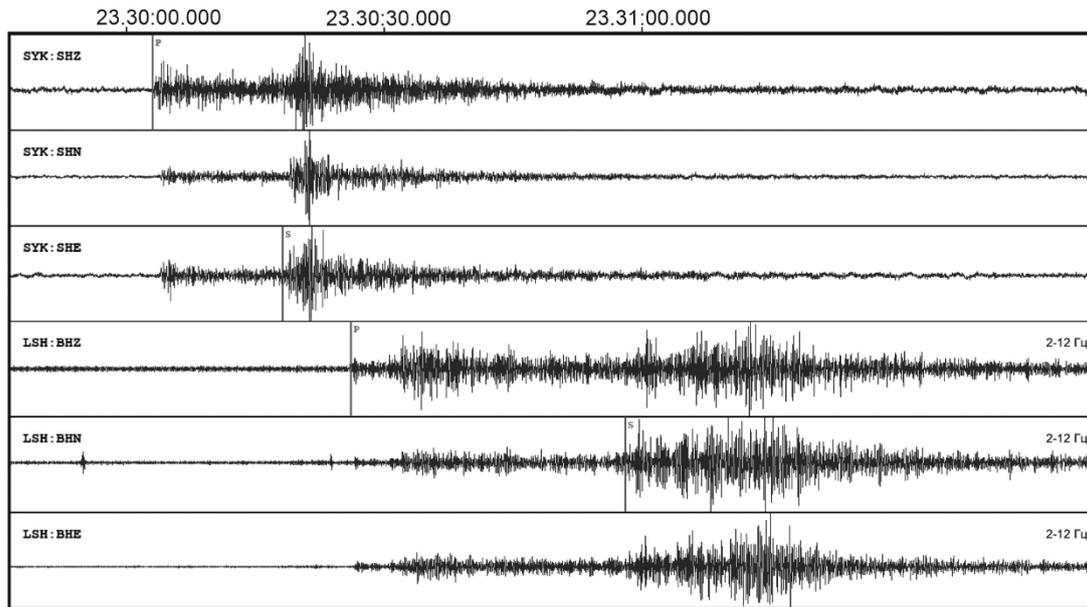


Рис. 3. Трёхкомпонентные записи землетрясения 8 марта 2020 г. сейсмическими станциями «Сыктывкар» ($\Delta=130$ км) и «Лешуконское» ($\Delta=308$ км)

Близким по значению локальной магнитуды было уже упомянутое землетрясение 16 сентября 2020 г. в $01^{\text{h}}04^{\text{m}}$ с $ML=3.2$, произошедшее в Слободском районе Кировской области в 20 км северо-восточнее места впадения р. Белая Холуница в р. Вятка [3]. Оно зарегистрировано ближайшей сейсмической станцией «Киров» (KIRV) (рис. 4) Службы спецконтроля Министерства обороны Российской Федерации, работающей по программе Организации по Договору о всеобъемлющем запрещении ядерных испытаний (ИДС СТВТО), а также станциями ФИЦ ЕГС РАН, Института геологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Горного института УрО РАН (Пермь) и Архангельской сейсмической сетью (<https://doi.org/10.7914/SN/АН>).

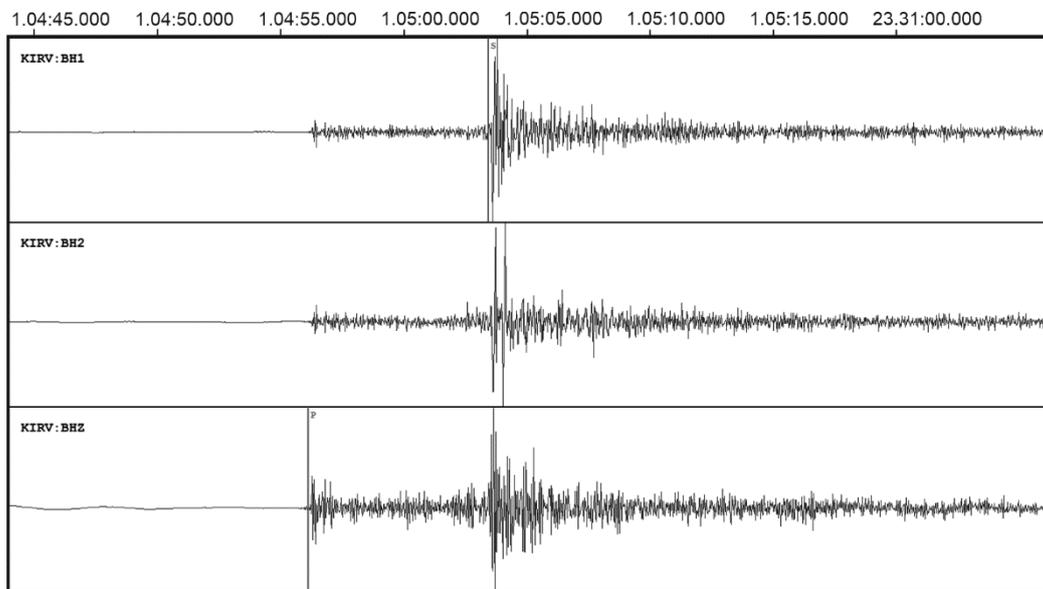


Рис. 4. Трёхкомпонентная запись Слободского землетрясения 16 сентября 2020 г. сейсмической станции «Киров», $t_0=01^{\text{h}}04^{\text{m}}$

В тектоническом плане землетрясение 16 сентября относится к Кировско-Кажимскому авлакогену Волго-Уральской антеклизы, являющейся самой сейсмически активной структурой северо-востока ВЕП. Вблизи эпицентра события 16 сентября происходили исторические и регистрируются инструментальные землетрясения. Особенно заметными из них были: 5-балльное

Верхошижемское землетрясение 2000 г. [17] и два исторических землетрясения – 7-балльное Сысольское 1939 г. [18] и 6-балльное Вятское 1897 г. [19], известные своими макросейсмическими проявлениями. Землетрясения в основном происходят на бортах авлакогена и, вероятно, приурочены к разломам, контролирующим наиболее погруженный центральный грабен авлакогена [3].

Интересно, что подобная одновременная активизация Среднерусской и Кировско-Кажимской рифтовых структур происходила в 2016 году. Тогда в пределах Солигаличского грабена Среднерусского авлакогена 23 июня 2016 г. было зарегистрировано землетрясение с $M_L=3.4$ [20]. А 22 декабря 2016 г. произошло землетрясение с $M_L=2.9$ [21] в Кировско-Кажимском авлакогене. Также в Коми-Пермяцком своде, прилегающем к Кировско-Кажимскому авлакогену, 6 апреля 2016 г. было зафиксировано землетрясение с $M_L=2.6$ [22].

Для обоих событий – 8 марта и 16 сентября 2020 г. – на сейсмических записях ближайших станций применялись критерии идентификации взрывов и землетрясений, разработанные в КоФ ФИЦ ЕГС РАН В.Э. Асмингом [23] для определения природы сейсмических событий. В результате проведенных исследований большинство параметров различения свидетельствует в пользу природного происхождения сейсмических событий 8 марта [5] и 16 сентября 2020 г. [3], и они классифицируются как «тектонические землетрясения».

Сейсмичность севера Балтийского щита в 2020 г. представлена по данным центра KOGSR 24 землетрясениями с $0.8 \leq M_L \leq 3.0$ (Прил. 5), одно из них было также зарегистрировано станциями сейсмической сети IGKRC (Прил. 9), и еще три землетрясения зарегистрированы IGKRC и OBGSR (Прил. 6 и 9). События произошли в Мурманской области, вблизи Кандалакшского залива, на севере Карелии, Ленинградской области и востоке Финляндии (Прил. 2). Положение эпицентров показано на рис. 1.

Среди них выделяются два значимые для региона природных сейсмических события [2]. 1 апреля в 04^h44^m в Кандалакшском районе на глубине около 8 км произошло землетрясение с $M(M_L)=3.0$, недалеко от объектов повышенной опасности – нефтяного терминала «Витино» на Белом море и Кольской АЭС. 13 ноября в 00^h58^m в районе Вите-губы озера Имандра, вблизи промплощадки металлургического комбината «Североникель» в Мончегорске, на глубине около 20 км зарегистрировано землетрясение с $M(M_L)=2.8$.

На территории Воронежского кристаллического массива наблюдалась слабая сейсмичность, зарегистрировано восемь землетрясений с $K_p \leq 3.2$. (рис. 1).

На территории ВЕП в 2020 г. сейсмическими станциями регистрировались также техногенные события взрывного характера на карьерах, где проводится добыча полезных ископаемых [24].

Заключение. Сейсмичность на территории Восточно-Европейской платформы в 2020 г., как и в предыдущие годы, проявлялась в основном в периферийных зонах: в палеорифтовых структурах на северо-востоке Восточно-Европейской платформы, на Балтийском щите, в Воронежском кристаллическом массиве. Как и в предшествующие два года, сейсмичность умеренной силы проявлялась больше на севере платформы и не была столь заметной на юге ВЕП. Общее число локализованных в 2020 г. землетрясений ($N_{\Sigma}=36$) близко числу зарегистрированных землетрясений в 2018 и 2019 гг. При этом суммарный объем выделившейся сейсмической энергии в 2020 г. составляет $\Sigma E=7.16 \cdot 10^9$ Дж, что в 2 раза ниже, чем в 2019 г., но в 2 раза выше энергии, выделившейся в 2018 году.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках госзадания № 075-00682-24 и с использованием данных, полученных на уникальной научной установке «Сейсмоинфразвуковой комплекс мониторинга арктической криолитозоны и комплекс непрерывного сейсмического мониторинга Российской Федерации, сопредельных территорий и мира» а также Государственного задания ИГ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (ГР № 122040600012-2).

В подготовке электронных приложений к данной статье принимали участие: Е.В. Артёмова, Е.А. Бабкова, Л.И. Бакунович, С.В. Баранов, Н.В. Ваганова, И.П. Габсатарова, И.А. Зуева, О.В. Карпинская, И.С. Ковалева, Я.В. Конечная, А.А. Лебедев, В.А. Мещерякова, А.Н. Морозов, Л.М. Мунирова, Л.И. Надежка, Н.Н. Носкова, С.И. Петров, С.П. Пивоваров, С.Г. Пойгина.

Электронное приложение App14a_VEP_2020 (<http://www.gsr.ru/zse/app-27.html>): 1 – Сейсмические станции, участвующие в определении параметров гипоцентров землетрясений на территории ВЕП в 2020 г.; 2 – Сводный каталог землетрясений территории Восточно-Европейской платформы и ее ближайшего окружения в 2020 г.; 3 – Каталог землетрясений на территории Воронежского кристаллического массива за 2020 г. (код центра VMGSR); 5 – Каталог землетрясений на территории «Восточная часть Балтийского щита» за 2020 г. (код центра KOGSR); 6 – Каталог землетрясений Северо-Запада России (OBGSR)

(PUL)) за 2020 г.; 7 – Каталог землетрясений территории Республики Коми и сопредельных территорий за 2020 г. (код центра IGKR); 8 – Каталог землетрясений на территории Белого моря и Архангельской области за 2020 г. (код центра FCIAR); 9 – Каталог землетрясений на территории Карелии за 2020 г. (код центра IGKRC).

Л и т е р а т у р а

1. Маловичко А.А., Петрова Н.В., Левина В.И., Габсатарова И.П., Михайлова Р.С., Курова А.Д. Сейсмичность Северной Евразии в 2020 году // Землетрясения Северной Евразии. – 2024. – Вып. 27 (2020). – С. 10–34. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.01> EDN: ARTKSQ
2. Баранов С.В., Асминг С.В., Асминг В.Э., Карпинский В.В., Лебедев А.А., Мунирова Л.М., Пойгина С.Г. Восточная часть Балтийского щита // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2022. – С. 113–116.
3. Носкова Н.Н. Землетрясение 16 сентября 2020 г. в Кировско-Кажимском авлакогене // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2020. – Т. 47, № 4. – С. 92–100. DOI: <https://doi.org/10.21455/VIS2020.4-6>
4. Ваганова Н.В., Морозов А.Н., Антоновская Г.Н. Землетрясение 8 марта 2020 г. в Ленском районе Архангельской области // Глобальные проблемы Арктики и Антарктики. – 2020. – С. 210–215.
5. Носкова Н.Н. Землетрясение 8 марта 2020 года в пределах Котласского грабена (Среднерусский авлакоген) // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. – 2020. – № 6 (306). – С. 3–9. DOI: <https://doi.org/10.19110/geov.2020.6.1>
6. Габсатарова И.П., Ассиновская Б.А., Баранов С.В., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Носкова Н.Н., Петров С.И., Пивоваров С.П., Санина И.А. Сейсмичность Российской части Восточно-Европейской платформы и ближайшего окружения в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – С. 210–216. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.17> EDN: OQLBBZ
7. Габсатарова И.П., Ассиновская Б.А., Баранов С.В., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Никулин В.Г., Носкова Н.Н., Петров С.И., Пивоваров С.П., Санина И.А. Сейсмичность Российской части Восточно-Европейской платформы и ближайшего окружения в 2015 г. // Землетрясения Северной Евразии. – 2021. – Вып. 24 (2015 г.). – С. 182–191. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.17>
8. Красилов С.А., Семёнов А.М. Оснащение ИОЦ ВКМ программно-аппаратурными средствами для организации наблюдений в режиме, близком к реальному времени, на примере сейсмостанции «Сторожевое» // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Второй Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2007. – С. 117–120.
9. Асминг В.Э. Создание программного комплекса для автоматизации детектирования, локации и интерпретации сейсмических событий и его использование для изучения сейсмичности Северо-Западного региона: Дис. на соиск. уч. степ. к-га ф.-м. наук / Ин-т динамики геосфер РАН. – М.: 2004. – 140 с.
10. Фёдоров А.В., Асминг В.Э., Евтюгина З.А., Прокудина А.В. Система автоматического мониторинга сейсмичности Европейской Арктики // Сейсмические приборы. – 2018. – Т. 54, № 1. – С. 29–39. DOI: <https://doi.org/10.21455/si2018.1-3> EDN: YUOLJG
11. Hicks E.C., Kværna, T., Mykkeltveit, S., Schweitzer, J., & Ringdal, F. Travel-times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea Region // Pure and Applied Geophysics. – 2004. – V. 161, N 1. – P. 1–19.
12. Маловичко А.А., Петрова Н.В., Габсатарова И.П., Левина В.И., Михайлова Р.С., Курова А.Д. Сейсмичность Северной Евразии в 2018–2019 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2023. – Вып. 26 (2018–2019 гг.). – С. 10–38. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.01> EDN: ZSVQJD
13. Петрова Н.В., Курова А.Д. Сопоставление систем классификации землетрясений в локальных магнитудах M_L в некоторых регионах Северной Евразии // Российский сейсмологический журнал. – 2023. – Т. 5, № 2. – С. 61–76. DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.2.05> EDN: LTIMEJ
14. Гарецкий Р.Г. Особенности тектоники и геодинамики Восточно-Европейской платформы // Литосфера. – 2007. – № 2. – С. 3–13.
15. Габсатарова И.П., Ассиновская Б.А., Баранов С.В., Карпинский В.В., Мехрюшев Д.Ю., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Петров С.И., Пивоваров С.П., Санина И.А. Восточно-Европейская платформа. Российская часть // Землетрясения Северной Евразии. – Вып. 23 (2014 г.). – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2020. – С. 199–207. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2020.23.19>

16. Габсатарова И.П., Ассиновская Б.А., Баранов С.В., Карпинский В.В., Конечная Я.В., Мунирова Л.М., Надёжка Л.И., Носкова Н.Н., Петров С.И., Пивоваров С.П., Санина И.А. Сейсмичность Российской части Восточно-Европейской платформы и ближайшего окружения в 2016–2017 гг. // Землетрясения Северной Евразии. – 2022. – Вып. 25 (2016–2017 гг.). – С. 196–205. DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.17>. EDN: APIGYQ
17. Габсатарова И.П., Чепкунас Л.С. Верхошижемское землетрясение 18 января 2000 года с $MPSP=4.0$, $K_p=11.2$, $I_0=5$ (Кировская область) // Землетрясения Северной Евразии в 2000 году. – Обнинск: ГС РАН, 2006. – С. 230–235.
18. Никонов А.А., Чепкунас Л.С. Сысольское землетрясение 13 января 1939 г. на Русской плите – уточнение параметров // Вопросы инженерной сейсмологии. – 2009. – Т. 36, № 4. – С. 25–41.
19. Носкова Н.Н., Верхоланцев Ф.Г., Дягилев Р.А. Макросейсмическое поле «Вятского землетрясения 13 августа 1897 г.» // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XVII Международной сейсмологической школы / Отв. редактор А.А. Маловичко. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – С. 87.
20. Носкова Н.Н. Землетрясение 23 июня 2016 г. в пределах Московской синеклизы // Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей. Девятые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича. Материалы конференции. – Екатеринбург: ИГФ УрО РАН, 2017. – С. 306–309.
21. Носкова Н.Н. Землетрясение 22 декабря 2016 года в Кировской области // Результаты комплексного изучения сильнейшего Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 г., его место в ряду важнейших сейсмических событий XXI века на территории России: материалы XXI Научно-практической Щукинской конференции с международным участием. – Москва, 1–4 октября 2018 г. – С. 269–272.
22. Носкова Н.Н. Землетрясение 6 апреля 2016 года в Кировской области // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы XI Международной сейсмологической школы / Отв. Редактор А.А. Маловичко. – Обнинск: ГС РАН, 2016. – С. 236–238.
23. Годзиковская А.А., Асминг В.Э., Виноградов Ю.А. Ретроспективный анализ первичных материалов по сейсмичности Кольского полуострова и прилегающих территорий в XX веке. – М.: ООО «Ваш полиграфический партнер», 2010. – 135 с.
24. Part V-2020. Catalogs_explosions_2020.xls // Землетрясения России в 2020 году. – Обнинск: ФИЦ ЕГС РАН, 2023. – [Электронное приложение]. – URL: http://www.gsras.ru/zr/app_20.html

***SEISMICITY of the RUSSIAN PART of EAST EUROPEAN PLATFORM
and ADJACENT TERRITORIES in 2020***

***N.N. Noskova¹, I.P. Gabsatarova², S.V. Baranov³, N.V. Vaganova⁴, I.A. Zueva⁵, I.S. Kovaleva³,
Ya.V. Konechnaya⁶, O.V. Karpinskaya⁷, A.A. Lebedev⁵, V.A. Meshcheryakova⁵, L.I. Bakunovich⁵,
A.N. Morozov⁸, L.M. Munirova⁷, L.I. Nadezhka⁹, S.I. Petrov³, S.P. Pivovarov⁹***

¹*Institute of Geology of Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, Russia*

²*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Obninsk, Russia*

³*Kola Branch of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia*

⁴*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research of the Russian Academy of Sciences,
Arkhangelsk, Russia*

⁵*Institute of Geology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia*

⁶*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences Arkhangelsk, Russia*

⁷*Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia*

⁸*Schmidt institute of physics of the earth of the Russian academy of sciences, Moscow, Russia*

⁹*Laboratory of seismic monitoring of the Voronezh crystalline massif,
Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences, Voronezh, Russia*

Abstract. On the Russian territory of the East European Platform, seismic observations were carried out by 47 stationary seismic stations. In 2020, 36 seismic events of tectonic and technogenic-tectonic nature were registered. As before, weak natural and man-made seismicity was recorded on the territory of the Voronezh crystalline massif

and the Baltic Shield: in Karelia, border areas with Finland, near the Kandalaksha Bay, within the Khibiny, Kovdor massifs and in the Vite-Guba area of Imandra lake on the Kola Peninsula. A feature of seismicity in 2020 is the occurrence of earthquakes in the paleorift structures of the northeast of the East European Platform: in the Kirov-Kazhim and Central Russian aulacogens. The total volume of seismic energy released in 2020 is $\Sigma E = 7.16 \cdot 10^9 J$, which is 2 times lower than in 2019, but 2 times more than the energy released in 2018.

Keywords: earthquake, weak seismicity, Na-Tech seismic events, Baltic shield, Central Russian aulacogen, Kirov-Kazhim aulacogen.

For citation: Noskova, N.N., Gabsatarova, I.P., Baranov, S.V., Vaganova, N.V., Zueva, I.A., Kovaleva, I.S., Konechnaya, Ya.V., Karpinskaya, O.V., Lebedev, A.A., Meshcheryakova, V.A., Bakunovich, L.I., Morozov, A.N., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Petrov, S.I., & Pivovarov, S.P. (2024). [Seismicity of the Russian part of East European platform and adjacent territories in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 189–197. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.17> EDN: HVJCFV

References

1. Malovichko, A.A., Petrova, N.V., Levina, V.I., Gabsatarova, I.P., Mikhailova, R.S., & Kurova, A.D. (2024). Seismicity of Northern Eurasia in 2020. [Seismicity of Northern Eurasia in 2020]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 27(2020), 10–34. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2024.27.01> EDN: ARTKSQ
2. Baranov, S.V., Asming, S.V., Asming, V.E., Karpinsky, V.V., Lebedev, A.A., Munirova, L.M., & Poigina, S.G. (2022). [III. Results of detailed seismic monitoring. Eastern part of the Baltic Shield]. In *Zemletriaseniia Rossii v 2020 godu* [Earthquakes in Russia in 2020] (pp. 113–116). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.). EDN: RPRCHL
3. Noskova, N.N. (2021). The Earthquake of September 16, 2020 in Kirov-Kazhim aulacogen. *Seismic Instruments*, 57(3), 360–367. DOI: <https://doi.org/10.3103/S0747923921030105>
4. Vaganova, N.V., Morozov, A.N., & Antonovskaya, G.N. (2020). [Earthquake on March 8, 2020 in the Lensky district of the Arkhangelsk region]. *Global'nye problem Arktiki i Antarktiki* [Global problems of the Arctic and Antarctic], 210–215. (In Russ.).
5. Noskova, N.N. (2020). [Earthquake on March 8, 2020 within the Kotlas graben (Central Russian aulacogen)]. *Vestnik instituta geologii Komi nauchnogo centra Ural'skogo otdeleniya RAN* [Vestnik of Geosciences], 6(306), 3–9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.19110/geov.2020.6.1>
6. Gabsatarova, I.P., Assinovskaya, B.A., Baranov, S.V., Karpinsky, V.V., Konechnaya, Ya.V., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Noskova, N.N., Petrov, S.I., Pivovarov, S.P., & Sanina, I.A. (2023). [Seismicity of the Russian part of East European platform and adjacent territories in 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019), 210–216. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.17> EDN: OQLBBZ
7. Gabsatarova, I.P., Assinovskaya, B.A., Baranov, S.V., Karpinsky, V.V., Mekhryushev, D.Yu., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Nikulin, V.G., Noskova, N.N., Petrov, S.I., Pivovarov, S.P., & Sanina, I.A. (2021). [Seismicity of the Russian part of East European platform and adjacent territories in 2015]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 24(2015), 182–191. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.17>
8. Krasilov, S.A., & Semenov, A.M. (2007). [Equipping the IOC. VKM with software and hardware for organizing observations in a mode close to real time, using the example of the Storozhevoe seismic station]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretatsii seismologicheskikh dannykh. Tezisy II Mezhdunarodnoj seismologicheskoy shkoly* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Abstracts of the II International Seismological Workshop] (pp. 117–120). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
9. Asming, V.E. (2004). *Sozдание programmnogo kompleksa dlia avtomatizatsii detektirovaniia, lokatsii i interpretatsii seismicheskikh sobytii i ego ispol'zovanie dlia izucheniia seismichnosti Severo-zapadnogo regiona. Diss. kand. fiz.-mat. nauk* [Creation of a software package for the automation of detection, location and interpretation of seismic events and its use for studying the seismicity of the North-West region. Cand. phys.-math. sci. diss.]. Moscow, Russia, 140 p. (In Russ.).
10. Fedorov, A.V., Asming, V.E., Evtyugina, Z.A., & Prokudina, A.V. (2019). Automated seismic monitoring system for the European Arctic. *Seismic Instruments*, 55(1), 17–23. DOI: <https://doi.org/10.3103/S0747923919010067>
11. Hicks, E.C., Kværna, T., Mykkeltveit, S., Schweitzer, J., & Ringdal, F. (2004). Travel-times and attenuation relations for regional phases in the Barents Sea region. *Pure and applied geophysics*, 161, 1–19.

12. Malovichko, A.A., Petrova, N.V., Gabsatarova, I.P., Levina, V.I., Mikhailova, R.S., & Kurova, A.D. (2023). [Seismicity of Northern Eurasia in 2018–2019]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 26(2018–2019), 10–38. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2023.26.01> EDN: ZSVQJD
13. Petrova, N.V., & Kurova, A.D. (2023). [Comparison of earthquake classification systems in local magnitudes M_L in some regions of Northern Eurasia]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 5(2), 61–76. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2023.2.05> EDN: LTIMEJ
14. Garetsky, R.G. (2007). [Peculiarities of tectonics and geodynamics of the East European platform]. *Litosfera* [Lithosphere], 2, 3–13. (In Russ.).
15. Gabsatarova, I.P., Assinovskaya, B.A., Baranov, S.V., Karpinsky, V.V., Mekhryushev, D.Yu., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Petrov, S.I., Pivovarov, S.P., & Sanina, I.A. (2020). [East European Platform. Russian part]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 23(2014), 199–207. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2020.23.19>
16. Gabsatarova, I.P., Assinovskaya, B.A., Baranov, S.V., Karpinsky, V.V., Konechnaya, Ya.V., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Noskova, N.N., Petrov, S.I., Pivovarov, S.P., & Sanina, I.A. (2022). [Seismicity of the Russian part of East European platform and adjacent territories in 2016–2017]. *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii* [Earthquakes in Northern Eurasia], 25(2016–2017), 196–205. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2022.25.17> EDN: APIGYQ
17. Gabsatarova, I.P., & Chepkunas, L.S. (2006). [Verkhoshizhenskoe earthquake on January 18, 2000 with $MPSP=4.0$, $K_R=11.2$, $I_0=5$ (Kirov region)]. In *Zemletriaseniia Severnoi Evrazii v 2000 godu* [Earthquakes in Northern Eurasia, 2000] (pp. 230–235). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
18. Nikonov, A.A., & Chepkunas, L.S. (2009). The Sysol earthquake of January 13, 1939 on Russian plate – New approach. *Seismic Instruments*, 36(4), 25–41.
19. Noskova, N.N., Verkholantsev, F.G., & Dyagilev, R.A. (2023). [Macroseismic field of the Vyatka earthquake of August 13, 1897]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretacii seismologicheskikh dannyh. Tezisy XVII Mezhdunarodnoj seismologicheskoy shkoly* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Abstracts of the XVII International Seismological Workshop] (p. 87). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
20. Noskova, N.N. (2017). [The earthquake on June 23, 2016 within the Moscow syncline]. In *Glubinnoe stroenie, geodinamika, teplovoe pole Zemli, interpretaciya geofizicheskikh polej. Devyatye nauchnye chteniya pamyati Yu.P. Bulashevicha* [Deep structure, geodynamics, thermal field of the Earth, interpretation of geophysical fields. The 9th scientific readings in memory of Yu.P. Bulashevich] (pp. 306–309). Ekaterinburg, Russia: IGF UrO RAN Publ. (In Russ.).
21. Noskova, N.N. (2018). [The earthquake on December 22, 2016 in the Kirov region]. *Rezul'taty kompleksnogo izucheniya sil'neyshego Altayskogo (Chuyskogo) zemletryaseniya 2003 g., yego mesto v ryadu vazhneyshikh seismicheskikh sobytii XXI veka na territorii Rossii* [Results of a comprehensive study of the strongest Altai (Chuya) earthquake of 2003, its place among the most important seismic events of the 21st century in Russia], 269–272. (In Russ.).
22. Noskova, N.N. (2016). [The earthquake of April 6, 2016 in Kirov oblast]. In *Sovremennye metody obrabotki i interpretacii seismologicheskikh dannyh. Tezisy XI Mezhdunarodnoj seismologicheskoy shkoly* [Modern methods of processing and interpretation of seismological data. Abstracts of the XI International Seismological Workshop] (pp. 236–238). Obninsk, Russia: GS RAS Publ. (In Russ.).
23. Godzikovskaya, A.A., Asming, V.E., & Vinogradov, Yu.A. (2010). *Retrospektivnyj analiz pervichnykh materialov po seismichnosti Kol'skogo poluostrova i prilegayushchih territorij v XX veke* [Retrospective analysis of primary data on seismic events recorded on the Kola Peninsula and adjacent territory in the XX century]. Moscow, Russia: Your printing partner Publ., 130 p. (In Russ.).
24. [Part V-2020. 2020-ER_App18_Catalogs_explosions_2020.xls]. (2023). In *Zemletriaseniia Rossii v 2020 godu* [Earthquakes in Russia in 2020]. Obninsk, Russia: GS RAS Publ. Electronic supplement. Retrieved from <http://www.gsras.ru/zr/app-20.html>