

УДК 550.34

## Землетрясение 1 февраля 2025 г. на юге Восточно-Европейской платформы

© 2025 г. Р.С. Пивоваров, М.А. Ефременко

ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия

Поступила в редакцию 26.02.2025 г.

**Аннотация.** Представлены результаты интерпретации землетрясения 1 февраля 2025 г. в 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup> с  $m_b=3.6$ , между г. Полтавой и с. Решетиловка. Координаты 49.58°N, 34.33°E, гипоцентр расположен в верхней части земной коры на глубине менее 10 км. Эпицентр рассматриваемого землетрясения находится в юго-западной части Восточно-Европейской платформы в зоне сочленения северного склона Украинского щита и южного крыла Днепровско-Донецкого авлакогена. Землетрясение ощущалось в г. Полтаве.

**Ключевые слова:** осязаемое землетрясение, Восточно-Европейская платформа, Днепровско-Донецкий авлакоген.

**Для цитирования:** Пивоваров Р.С., Ефременко М.А. Землетрясение 1 февраля 2025 г. на юге Восточно-Европейской платформы // Российский сейсмологический журнал. — 2025. — Т. 7, № 1. — С. 88–94. — DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.1.07>. — EDN: KOSBQX

### Введение

В южной части Восточно-Европейской платформы (ВЕП), как показали результаты инструментального сейсмического мониторинга, землетрясения не редкость, но осязаемых среди них не так много [Андрющенко и др., 2012]. Одно из недавних таких землетрясений произошло 1 февраля 2025 г. в 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup>18<sup>s</sup> с магнитудой  $M=3.4$  ( $m_b=3.6$ ,  $ML=3.9$ ,  $K_p=10.2$ ) между г. Полтавой и с. Решетиловка, координаты 49.58°N, 34.33°E, по инструментальным данным глубина  $h=3$  км. На основании сведений из сети Интернет, местные жители ощущали землетрясение — в многоэтажных домах дрожала мебель, раскачивались люстры и звенела посуда. Сообщений о разрушениях инфраструктуры и пострадавших среди населения не сообщалось [В Полтавской области ..., 2025].

Непосредственно в этой области ранее происходили землетрясения различной интенсивности [Габсатарова и др., 2016; Габсатарова и др., 2021]. Наиболее близкие и сильные землетрясения произошли: 1 марта 2024 г. в 00<sup>h</sup>22<sup>m</sup> с  $M=3.3$  ( $m_b=3.5$ ,  $K_p=9.3$ ), координаты 49.48°N, 34.18°E, глубина очага 5 км; 3 февраля 2015 г. в 05<sup>h</sup>56<sup>m</sup> с  $M=3.9$  ( $m_b=4.5$ ;  $K_p=11.1$ ), координаты 50.51°N, 34.21°E на границе Полтавской и Сум-

ской областей [Габсатарова и др., 2016] и Полтавское землетрясение 14 мая 2010 г. в 23<sup>h</sup>16<sup>m</sup> с  $M=3.5$ , координаты 49.46°N, 35.24°E, глубина 10 км [Кутас и др., 2015].

### Инструментальные параметры

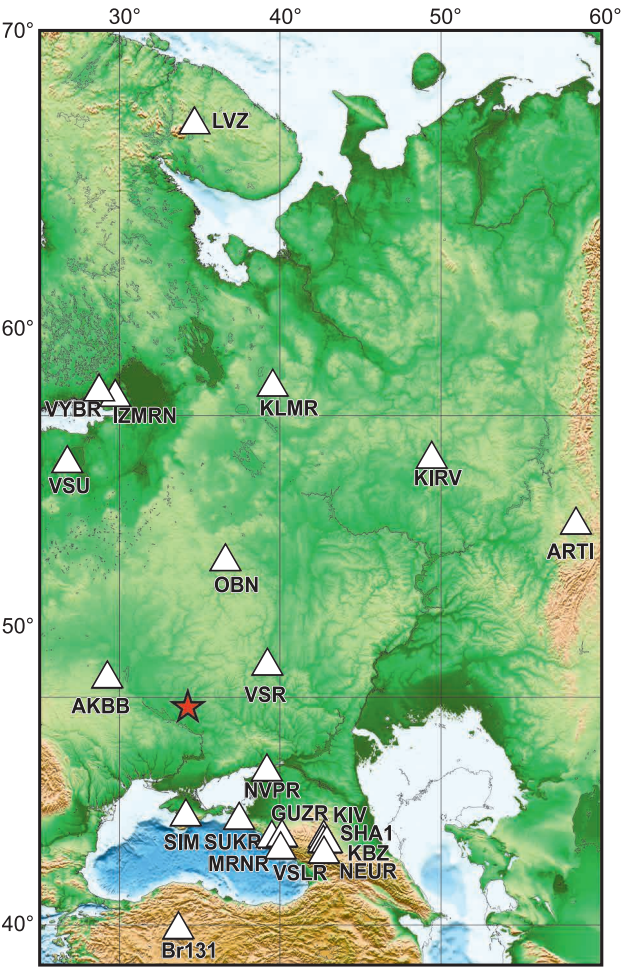
Параметры землетрясения были определены в режиме, близком к реальному времени, в Службе срочных донесений (ССД) ФИЦ ЕГС РАН в г. Обнинске. Были использованы станционные данные, полученные с цифровых сейсмических станций России, стран СНГ и зарубежья [Коломиец и др., 2019] (таблица). Для автоматического детектирования событий в ССД используется программа AUZ. Первый предварительный расчёт параметров гипоцентра проводился программой AssocW (автор А.П. Акимов) [Коломиец и др., 2019]. Полученный результат применяется как первое приближение для оценки гипоцентра по программе WSG [Акимов, Красилов, 2020]. Для локализации использовался глобальный годограф IASPEI91 [Kennett, 1991].

Для уточнения положения источника были собраны записи сейсмических станций, расположенных на региональных расстояниях (рис. 1, 2), проведено уточнение параметров сейсмического

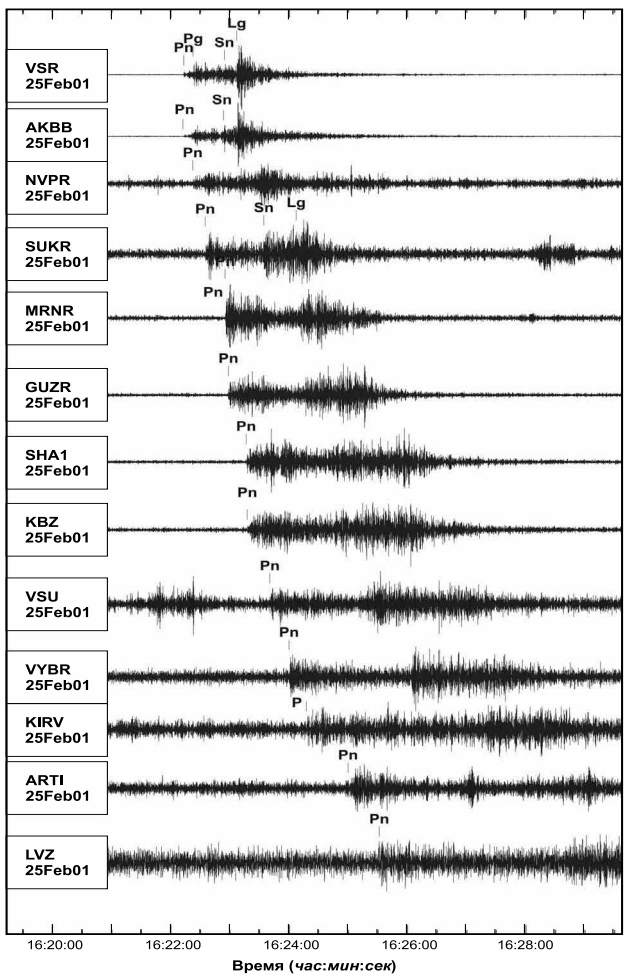
**Таблица.** Основные параметры землетрясения 1 февраля 2025 г.  
по данным ФИЦ ЕГС РАН и других агентств

| Агентство                  | $t_0$ ,<br>чч.мм.сс | $\delta t_0$ , с | Гипоцентр      |                     |                |                     |          |                 | Магнитуда                  | Окружение эпицентра |                    |                    |           |
|----------------------------|---------------------|------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------|-----------------|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-----------|
|                            |                     |                  | $\varphi$ , °N | $\delta\varphi$ , ° | $\lambda$ , °E | $\delta\lambda$ , ° | $h$ , км | $\delta h$ , км |                            | $N_{ст.}$           | $\Delta_{min}$ , ° | $\Delta_{max}$ , ° | $Gap$ , ° |
| ССД ФИЦ ЕГС РАН            | 16:21:17.1          |                  | 49.58          |                     | 34.33          |                     | 10f      | fix             | $m_b=3.6/5$                | 18                  | 3.47               | 65.57              |           |
| ФИЦ ЕГС РАН<br>(уточнение) | 16:21:17.7          | 1.3              | 49.5948        |                     | 34.2607        |                     | 3.4      |                 | $ML=3.9/12$                | 21                  | 3.42               | 18.36              | 108       |
| IDC REB                    | 16:21:15.6          | 0.6              | 49.6074        |                     | 34.4316        |                     | 0.0      | 6               | $ML=3.6/11$<br>$m_b=3.6/6$ | 20                  | 3.53               | 65.57              | 54        |
| MCSM                       | 16:21:18.2          | 0.2              | 49.52          | 0.3                 | 34.23          | 0.2                 | 2        | 2               | $ML=4.3/6$<br>$m_b=4.2/13$ | 51                  | 0.22               | 9.34               | 127.5     |
| NORSAR                     | 16:21:12.5          | 1.7              | 49.3716        |                     | 35.1968        |                     | 9.8f     |                 | $ML=3.6/1$                 | 4                   | 6.86               | 20.76              | 269       |

Примечание: ССД ФИЦ ЕГС РАН – Служба срочных донесений Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук»; ФИЦ ЕГС РАН – уточнение по данным 21 сейсмической станции; IDC REB – уточнённый бюллетень Международного центра данных Организации ДВЗЯИ; MCSM – Главный центр специального мониторинга, Украина (Main Centre for Special Monitoring); NORSAR – Норвежский сейсмологический центр.



**Рис. 1.** Карта расположения эпицентра сейсмического события 1 февраля 2025 г. (звёздочка) и сейсмических станций (треугольники), данные которых участвовали в обработке



**Рис. 2.** Записи волновой картины землетрясения 1 февраля 2025 г. в 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup> на вертикальных компонентах ряда сейсмических станций, отфильтрованных в полосе 2–5 Гц

события с помощью программы LOCSAT [Bratt, Bache, 1988]. С целью локализации использовалась скоростная модель Ю.К. Шукина [Юдахин и др., 2003; Санина и др., 2013].

Для уточнения локализации гипоцентра были применены данные 21 сейсмической станции, диапазон эпицентральных расстояний которых – от сейсмической группы «Малин» АКВВ (3.42°) до станции «Ловозеро» LVZ (18.36°). На рис. 2 представлены их сейсмические записи. В таблице приводятся параметры землетрясения 1 февраля 2025 г., полученные различными сейсмологическими центрами [International ..., 2025].

### Тектоника района эпицентра землетрясения и ближайшего окружения

Эпицентр рассматриваемого землетрясения находится в юго-западной части Восточно-Европейской платформы в зоне сочленения северного склона Украинского щита и южного крыла Днепровско-Донецкого авлакогена (ДДА) (рис. 3) [Юдахин и др., 2003].

Тектоническая структура Днепровско-Донецкого авлакогена представляет собой динамичное сочетание старых и новых тектонических процессов, происходивших в различные геологические эпохи. Этот авлакоген располагается на Восточно-Европейской платформе и является важной частью её структуры. Он образовался в процессе рифтовой активности в позднем докембрии, когда происходило энергичное формирование геологических структур.

Днепровско-Донецкий авлакоген является крупнейшей морфоструктурой в рельефе фундамента Восточно-Европейской платформы. По геофизическим данным в пределах ДДА поверхность фундамента опущена в юго-западной части на глубину 2.5 км, а в юго-восточной части она понижается до 10 и даже 25 км. В структуре Днепровско-Донецкого авлакогена выделяются три основных тектонических элемента – центральная (Днепровский грабен) и склоны Воронежского кристаллического массива и Украинского щита [Андреева, 1961; Орлов, Ефременко, 2018].

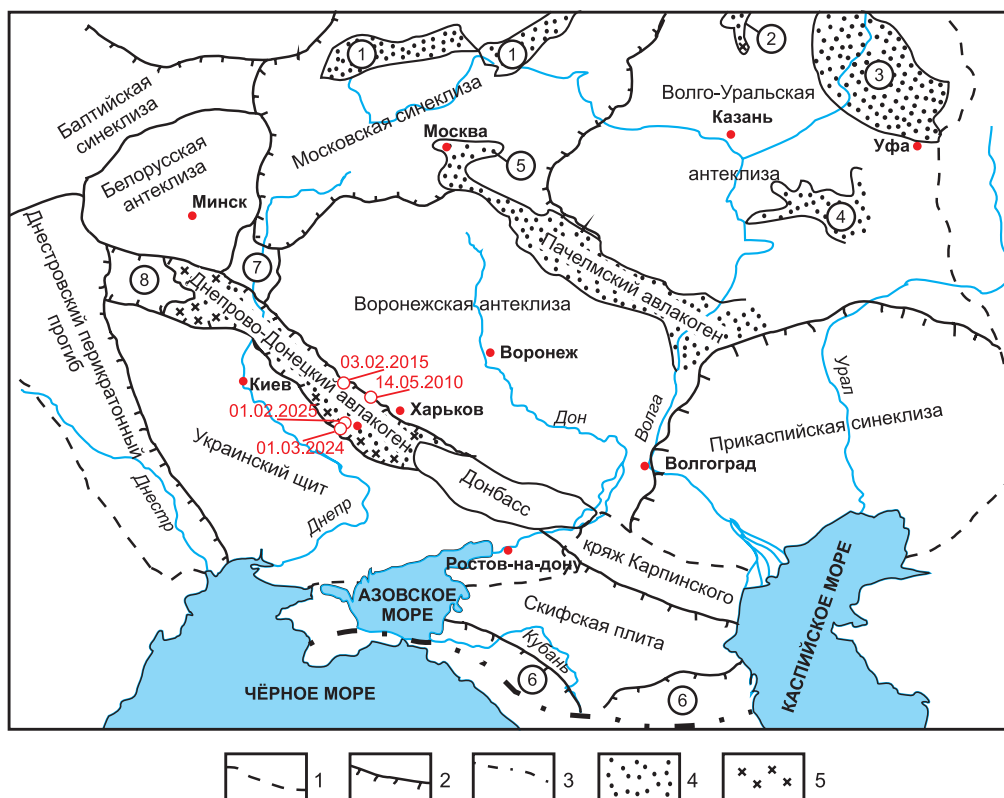


Рис. 3. Фрагмент схемы тектонического районирования Русской платформы [Юдахин и др., 2003].

1 – граница Русской платформы, 2 – граница основных структур, 3 – южная граница Скифской плиты, 4 – докембрийские авлакогены, 5 – палеозойские авлакогены. Цифры в кружках: 1–4 – авлакогены (1 – Среднерусский, 2 – Казимский, 3 – Колтасинский, 4 – Серноводско-Абдулинский), 5 – Московский грабен, 6 – Предкавказский передовой прогиб, 7 – Жлобинская седловина, 8 – Полесская седловина

В целом ДДА представляет собой наложенный осадочный бассейн, который заполняет глубоко погружённую часть консолидированного архейско-палеопротерозойского кристаллического фундамента, входит в состав западного сегмента Сарматско-Туранского линеамента. Этот линеамент, в пределах ВЕП, отделяет Украинский щит от Воронежского кристаллического массива.

Ранее в этом районе были проведены работы по глубинному сейсмическому зондированию (ГСЗ) [Соллогуб, 1967]. Один из сейсмических профилей проходил вкрест простирания ДДА. По результатам ГСЗ отмечено, что в районе эпицентра землетрясения присутствуют глубинные разломы. Мощность осадочного чехла достигает около 10 км.

ДДА испытал несколько стадий тектонической активизации, включающих проявления как растяжения, так и сжатия. В период мезозоя и кайнозоя эти процессы изменялись под воздействием орогенных движений, влияющих на осадочные отложения. Важным аспектом

### Ранее проявленная сейсмичность

В центральной части ДДА ранее были зарегистрированы тектонические землетрясения. Самым близким к описываемому землетрясению был очаг 1 марта 2024 г. на расстоянии около 14 км. Эти два землетрясения произошли на южном борту ДДА, граничащем с Украинским щитом. Эпицентры 3 февраля 2015 г. и 14 мая 2010 г. находились на расстояниях 102 и 72 км соответственно. Очаги этих землетрясений расположены на северном борту ДДА, который граничит с Воронежским кристаллическим массивом (рис. 3).

### Заключение

Землетрясение, произошедшее в зоне сочленения северного склона Украинского щита и южного крыла Днепровско-Донецкого авлакогена 1 февраля 2025 г., подтверждает, что платформенные территории не являются сейсмически пассивными. Землетрясение зарегистрировано большим количеством сейсмических станций как на территории России, так и на сопредельных территориях, что позволило более точно определить координаты очага события. Очаг исследуемого землетрясения, как и ранее зарегистрированных, расположен в верхней части земной коры.

В районах гипоцентров произошедших толчков имеются глубинные тектонические нарушения, следовательно, очаги событий имеют

естественную природу. Одной из причин возникновения землетрясений может выступать внутриплатформенная деформация.

В связи с тем, что на территории Полтавской области эксплуатируются нефтегазовые месторождения, возможно проявление инициированной сейсмичности [Гавриш и др., 1989].

**Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России (в рамках государственного задания № 075-00604-25) 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» (<https://ckp-rf.ru/usu/507436/>, <http://www.gsr.ru/unu/>).**

### Литература

Акимов А.П., Красилов С.А. Программный комплекс WSG «Система обработки сейсмических данных» / Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2020664678 от 16.11.2020 г.

Андреева Р.И. К вопросу о внутренней структуре складчатого фундамента Днепровско-Донецкой впадины // Советская геология. — 1961. — № 6. — С. 17–28.

Андрющенко Ю.А., Кутас В.В., Кендзера А.В., Омельченко В.Д. Слабые землетрясения и промышленные взрывы, зарегистрированные на Восточно-Европейской платформе в пределах территории Украины в 2005–2010 гг. // Геофизический журнал. — 2012. — Т. 34, № 3. — С. 49–60. — EDN: ZQZWIX

В Полтавской области произошло землетрясение // РИА НОВОСТИ [сайт]. — URL: <https://ria.ru/20250201/zemletryasenie-1996842450.html> (дата обращения 01.02.2025).

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: 10.35540/1818-6254.2021.24.17. — EDN: TDOJDR

Габсатарова И.П., Бабкова Е.А., Надёжка Л.И., Пивоваров С.П., Семенов А.Е., Кендзера А.В., Пигулевский П.И., Щербина С.В., Чалый О.О., Ильенко В.А. Землетрясение 3 февраля 2015 г. на границе Полтавской и Сумской областей Украины по макросейсмическим и инструментальным данным // Вестник Воронежского государственного университета.

Серия: Геология. — 2016. — № 1. — С. 115–123. — EDN: VVSIYH

Гавриш В.К., Забелло Г.Д., Рябчун Л.И. и др. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие. — Киев: Наукова Думка, 1989. — 202 с.

Коломиец М.В., Дуленцова Л.Г., Рыжикова М.И. Служба срочных донесений ФИЦ ЕГС РАН // Российский сейсмологический журнал. — 2019. — Т. 1, № 1. — С. 84–91. — DOI: 10.35540/2686-7907.2019.1.08. — EDN: BHZSEQ

Кутас В.В., Андриющенко Ю.А., Омельченко В.Д., Лящук А.И., Калитова И.А. Землетрясения в Днепровско-Донецком авлакогене // Геофизический журнал. — 2015. — Т. 37, № 5. — С. 143–151. — DOI: 10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111156. — EDN: WYCWQC

Орлов Р.А., Ефременко М.А. Сейсмоструктура Днепровско-Донецкой впадины и юго-западного склона Воронежского кристаллического массива // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. — 2018. — № 4. — С. 67–70. — DOI: 10.17308/geology.2018.4/1654. — EDN: YSOGER

Санина И.А., Куликов В.И., Нестеркина М.А., Константиновская Н.Л., Волосов С.Г. Центральный район Европейской части России и Курско-Белгород-

ский район. Глава 4. Региональные сейсмические наблюдения взрывов и землетрясений // Взрывы и землетрясения на территории Европейской части России / Под ред. В.В. Адушкина и А.А. Маловичко. — М.: ГЕОС, 2013. — С. 140–164. — EDN: SHAMBV

Соллогуб В.Б. Результаты глубинных сейсмических зондирований на Украине // Геофизические исследования строения земной коры Юго-Восточной Европы. Верхняя мантия. — М.: Наука, 1967. — № 5. — С. 8–19.

Юдахин Ф.Н., Щукин Ю.К., Макаров В.И. Глубинное строение и современные геодинамические процессы в литосфере Восточно-Европейской платформы. — Екатеринбург: УрО РАН, 2003. — 299 с. — EDN: QKEKMH

Bratt S.R., Bache T.C. Locating events with a space network of regional arrays // Bulletin of the Seismological Society of America. — 1988. — V. 78, N 2. — P. 780–798. — DOI: 10.1785/BSSA0780020780

International Seismological Centre (ISC). On-line Bulletin [Site]. — URL: <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. — United Kingdom, Thatcham: Internat. Seismol. Centre, 2025. — DOI: 10.31905/D808B830

Kennett B.L.N. (Ed.). IASPEI 1991 Seismological Tables. — Australian National University: Research School of Earth Sciences, 1991. — 167 p.

### Сведения об авторах

**Пивоваров Роман Сергеевич**, мл. науч. сотр. Федерального государственного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Единая геофизическая служба Российской академии наук» (ФИЦ ЕГС РАН), г. Обнинск, Россия. E-mail: Q5000@mail.ru

**Ефременко Марина Алексеевна**, канд. геол.-мин. наук, науч. сотр. ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск, Россия. E-mail: 2880@mail.ru

# Earthquake on February 1, 2025 in the south of the East European platform

© 2025 R.S. Pivovarov, M.A. Efremenko

GS RAS, Obninsk, Russia

Received February 26, 2025

**Abstract** The article presents the results of interpretation of the earthquake that occurred on February 1, 2025 at 16<sup>h</sup>21<sup>m</sup> with  $m_b=3.6$  between the cities of Poltava and Reshetilovka. Coordinates are 49.58°N, 34.33°E, the hypocenter is located in the upper part of the earth's crust at a depth of less than 10 km. The epicenter of the earthquake under consideration is located in the southwestern part of the East European platform in the junction zone of the northern slope of the Ukrainian shield and the southern side of the Dnieper-Donets rift. The earthquake was felt in the Poltava city.

**Keywords** Felt earthquake, East European Platform, Dnieper-Donets rift.

**For citation** Pivovarov, R.S., & Efremenko, M.A. (2025). [Earthquake of February 1, 2025 in the south of the East European platform]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 7(1), 88-94. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.35540/2686-7907.2025.1.07>. EDN: KOSBQX

## References

- Akimov, A.P., & Krasilov, S.A. (2020). [WSG software package "Seismic data processing system"]. Certificate of state registration of a computer program No. 2020664678. (In Russ.).
- Andreeva, R.I. (1961). [On the question of the internal structure of the Dnieper-Donets basin folded basement]. *Sovetskaia geologiya* [Soviet Geology], 6, 17–28. (In Russ.).
- Andriushchenko, Yu.A., Kutas, V.V., Kendzera, A.V., & Omel'chenko, V.D. (2012). [Weak earthquakes and industrial explosions registered on the East European platform within the territory of Ukraine in 2005-2010]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical Journal], 34(3), 49-60. (In Russ.). EDN: ZQZWIX
- Bratt, S.R., & Bache, T.C. (1988). Locating events with a space network of regional arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 78(2), 780-798. DOI: [10.1785/BSSA0780020780](https://doi.org/10.1785/BSSA0780020780)
- Gabsatarova, I.P., Assinovskaya, B.A., Baranov, S.V., Karpinsky, V.V., Konechnaya, Ya.V., Munirova, L.M., Nadezhka, L.I., Nikulins, 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: [10.35540/1818-6254.2021.24.17](https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.17). EDN: TDOJDR
- Gabsatarova, I.P., Babkova, E.A., Nadezhka, L.I., Pivovarov, S.P., Semenov, A.E., Kendzera, A.V., Pigulevskii, P.I., Shcherbina, S.V., Chalyi, O.O., & Il'enko, V.A. (2016). [Earthquake on February 3, 2015 on the border of Poltava and Sumy regions of Ukraine according to macroseismic and instrumental data]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geology], 1, 115-123. (In Russ.). EDN: VVSIYH
- Gavrish, V.K. et al. (1989). *Geologiya i neftegazonosnost' Dneprovo-Donetskoi vpadiny. Glubinnoe stroenie i geotektonicheskoe razvitiye* [Geology and oil and gas potential of the Dnieper-Donets Basin. Deep structure and geotectonic development]. Kiev, Ukraine: Naukova Dumka Publ., 208 p. (In Russ.).
- International Seismological Centre. (2025). On-line Bulletin. Retrieved from <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>. DOI: [10.31905/D808B830](https://doi.org/10.31905/D808B830)
- Kennett, B.L.N. (Ed.) (1991). *IASPEI 1991 Seismological Tables*. Australian National University: Research School of Earth Sciences, 167 p.
- Kolomiyets, M.V., Dulentsova, L.G., & Ryzhikova, M.I. (2019). [GS RAS Alert Survey]. *Rossiiskii seismologicheskii zhurnal* [Russian Journal of Seismology], 1(1), 84-91. (In Russ.). DOI: [10.35540/2686-7907.2019.1.08](https://doi.org/10.35540/2686-7907.2019.1.08). EDN: BHZSEQ
- Kutas, V.V., Andriushchenko, Yu.A., Omelchenko, V.D., Lyashchuk, A.I., & Kalitova, I.A. (2015). [Earthquakes in the Dneprovo-Donetsk aulacogen]. *Geofizicheskii zhurnal* [Geophysical journal], 37(5), 143-151. (In Russ.). DOI: [10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111156](https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v37i5.2015.111156). EDN: WYCWQC
- Orlov, R.A., & Efremenko, M.A. (2018). [Seismotectonics of the Dnieper-Donets Basin and the South-western Slope of the Voronezh Crystalline Massif].

*Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya* [Bulletin of Voronezh State University. Series: Geology], 4, 67-70. (In Russ.). DOI: 10.17308/geology.2018.4/1654. EDN: YSOGEF

Sanina, I.A., Kulikov, V.I., Nesterkina, M.A., Konstantinovskaia, N.L., & Volosov, S.G. (2013). [Central region of the European part of Russia and Kursk-Belgorod region. Chapter 4. Regional seismic observations of explosions and earthquakes]. In *Vzryvy i zemletriaseniia na territorii Evropeiskoi chasti Rossii. Pod red. V.V. Adushkina i A.A. Malovichko* [Explosions and earthquakes in the territory of the European part of Russia. Eds. V.V. Adushkin, A.A. Malovichko] (pp. 140-164). Moscow, Russia: GEOS Publ. (In Russ.). EDN: SHAMBV

Sollogub, V.B. (1967). [Results of deep seismic soundings in Ukraine]. In *Geofizicheskie issledovaniia stroeniia*

*zemnoi kory Iugo-Vostochnoi Evropy. Verkhniaia mantiia. N 5* [Geophysical studies of the structure of the earth's crust of South-Eastern Europe. Upper mantle. Iss. 5] (pp. 8-19). Moscow, Russia: Nauka Publ. (In Russ.).

*V Poltavskoi oblasti proizoshlo zemletriasenie* [Earthquake hits Poltava region]. (2025). RIA Novosti, February 1, 2025. Retrieved from <https://ria.ru/20250201/zemletriasenie-1996842450.html>. (In Russ.).

Yudakhin, F.N., Shchukin, Yu.K., & Makarov, V.I. (2003). *Glubinnoe stroenie i sovremennye geodinamicheskie protsessy v litosfere Vostochno-Evropeiskoi platformy* [Deep structure and modern geodynamic processes in the lithosphere of the East European platform]. Ekaterinburg, Russia: UB RAS, 299 p. (In Russ.). EDN: QKEKMH

### Information about authors

**Pivovarov Roman Sergeevich**, Researcher of the Geophysical Survey of the Russian Academy of Sciences (GS RAS), Obninsk, Russia. E-mail: Q5000@mail.ru

**Efremenko Marina Alekseevna**, PhD, Researcher of the GS RAS, Obninsk, Russia. E-mail: 2880@mail.ru