

1  
НОМЕР

БОИЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ

<http://www.elmag.uran.ru>

# БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Оренбургская область  
Саракташский район  
Валиева Ж.А.



2023

**УЧРЕДИТЕЛЬ**

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ОРЕНБУРГСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР  
УРАЛЬСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

© М.Ю. Нестеренко, М.Ф. Хусаинова, 2023

УДК 550.34

М.Ю. Нестеренко<sup>1</sup>, М.Ф. Хусаинова<sup>2</sup>

## СЕЙСМИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ В ОРЕНБУРГСКОМ РЕГИОНЕ

<sup>1</sup> Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

<sup>2</sup> Оренбургский государственный университет, Оренбург, Россия

В статье проанализирована сейсмическая опасность в городе Оренбурге и западной части Оренбургской области, расположенных в пределах Русской платформы. Эта территория в целом отличается сейсмической стабильностью, поскольку располагается на прочном и древнем фундаменте. Поэтому возникновение сильных сейсмических событий маловероятно. Тем не менее, в соответствии с картой ОСР-2015 в г. Оренбурге возможны землетрясения силой до 5 баллов и выше. Кроме природной тектонической сейсмичности, возможна техногенная сейсмическая активность, обусловленная, в основном, добычей полезных ископаемых.

*Ключевые слова:* Оренбургский регион, геодинамика, сейсмические события, техногенная и природная сейсмичность.

---

---

*M.Y. Nesterenko<sup>1</sup>, M.F. Khusainova<sup>2</sup>*

## SEISMIC HAZARD IN THE ORENBURG REGION

<sup>1</sup> Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

<sup>2</sup> Orenburg State University, Orenburg, Russia

The article analyzes the seismic hazard in the city of Orenburg and the western part of the Orenburg region, located within the Russian platform. This territory as a whole is distinguished by seismic stability, since it is located on a solid and ancient foundation. Therefore, the occurrence of strong seismic events is unlikely. Nevertheless, in accordance with the OCP-2015 map, earthquakes of up to 5 points and more are possible in Orenburg. In addition to natural tectonic seismicity, technogenic seismic activity is possible, mainly due to mining.

*Key words:* Orenburg region, geodynamics, seismic events, technogenic and natural seismicity.

Земная кора соответствует иерархической блоково-разломной модели, как считает большинство учёных [1]. Земная кора делится на тектонические плиты, которые движутся относительно друг друга со скоростями до 5 и выше см/год, что приводит к землетрясениям. Одно из недавних глобальных землетрясений произошло в Турции 6 февраля 2023 г., где Аравийская плита движется навстречу Анатолийской. В свою очередь Иранский блок движется под действием Аравийской плиты в сторону Восточно-Европейской платформы. Столкновение и взаимное движение плит приводит к накоплению напряжения, которое высвобождается в виде землетрясений. Как правило, после сильных землетрясений происходит серия афтершоков не далеко от основного землетрясения. Афтершок или повторный толчок – землетрясение, происходящее после основного и меньшее по сравнению с ним. Сильные землетрясения всегда сопровождаются многочисленными афтершоками. Их количество и интенсивность со временем уменьшаются, а продолжительность проявления может длиться месяцами. Особенно велика вероятность сильных афтершоков в первые часы после главного толчка [2]. После Турецкого землетрясения было зарегистрировано несколько тысяч афтершоков с магнитудой самого сильного около 6,7.

6 февраля 2023 г. на юго-востоке Турции произошли два мощных землетрясения. Эпицентр первого с магнитудой 6,9 – в г. Газиантепе, второго – 6,8 в г. Кахраманмараш. В результате катастрофы в Турции погибло свыше 50 тысяч человек.

Землетрясение в Турции зарегистрировано сейсмическими станциями по всему миру, в том числе и сейсмостанциями Отдела геоэкологии Оренбургского ФИЦ УрО РАН, расположенными в западной и центральной частях Оренбургской области (рис 1).

На верхнем уровне иерархической блоково-разломной модели земной коры находятся тектонические плиты, их движение относительно друг друга прослеживается по большому количеству землетрясений, в так называемом огненном поясе Земли на стыках тектонических плит. По результатам GPS-наблюдений их скорость достигает 5 см в год относительно друг друга. Следующий уровень иерархии – региональный. Территория Оренбургской области расположена на региональном уровне иерархической блоково-разломной модели. Она расположена на стыке Восточно-Европейской платформы,

Уральской складчатой системы, Западно-Сибирской платформы и Прикаспийской синеклизы.

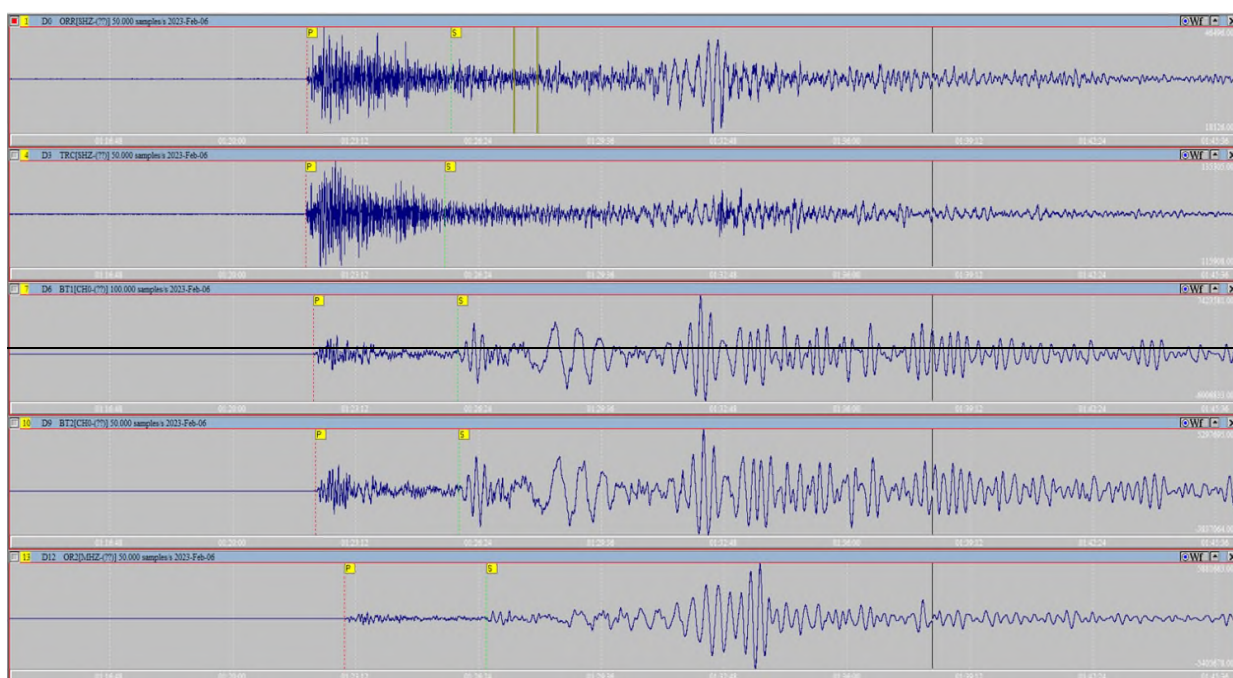


Рис 1. Сейсмограмма землетрясения в Турции 06 февраля 2023 г. в 01 час.21 мин.48 сек., магнитуда  $M_s=8$ ,  $M_b = 6,7$  по данным Оренбургских сейсмических станций.

Внутриплатформенные территории до недавнего времени считались асейсмичными, до тех пор пока не было зарегистрировано движение блоков земной коры относительно друг друга и сейсмические события магнитудой до 5 и выше. Это связано с тем, что на этом уровне иерархии также прослеживается блоково-разломная модель земной коры. Только блоки имеют меньшие размеры, покоятся на более устойчивой с большим размером структуре – плите. Восточно-Европейская платформа, в свою очередь, тоже делится на блоки, разделяемые между собой разломами.

В последние десятилетия зарегистрировано множество сильных землетрясений на платформе недалеко от Оренбурга. Например, на северо-западе Казахстана 26 апреля 2008 г. Оренбургскими сейсмостанциями было зарегистрировано землетрясение магнитудой около 5 баллов. Его эпицентр находился в 270 км к юго-западу от Оренбурга, с восточной стороны соленого озера Шалкар.

На картах общего сейсмического районирования Казахстана и России район Прикаспия относится к асейсмичным, где возникновение сильных сейсмических событий (больше 5 баллов) считается маловероятным. Уже одно лишь местоположение очага этого землетрясения в столь необычном месте

привлекло к нему внимание специалистов. Поступившие вскоре сведения о том, что землетрясение привело к разрушениям в двух поселках, а также ощущалось в г. Уральск и других населенных пунктах региона, в том числе и в Оренбурге, дали повод к детальному изучению этого события [3].

Из средств массовой информации в первые же дни после землетрясения было известно, что землетрясение ощущалось в г. Уральск, а также в городах Саратов, Самара, Оренбург. Жители высотных домов Уральска почувствовали сейсмические колебания, в течение нескольких секунд звенела посуда, качались люстры. Сейсмологи региона, Геофизической службы РАН и специалисты МЧС России отметили, что в г. Оренбурге на верхних этажах зданий двигалась мебель и раскачивались висячие предметы.

5 сентября 2018 г. в г. Катав-Ивановске Челябинской области произошло самое сильное землетрясение на Урале за последние 100 лет. Два сильных толчка произошли около половины пятого утра магнитудой 5,6 и в полдень – 4,7. 19 сентября 2018 г. было зафиксировано новое землетрясение – 4,5, а спустя неделю, 26 сентября, в лесу возле города на месте эпицентра землетрясения произошел оползень длиной 800 метров [4] (рис 2).

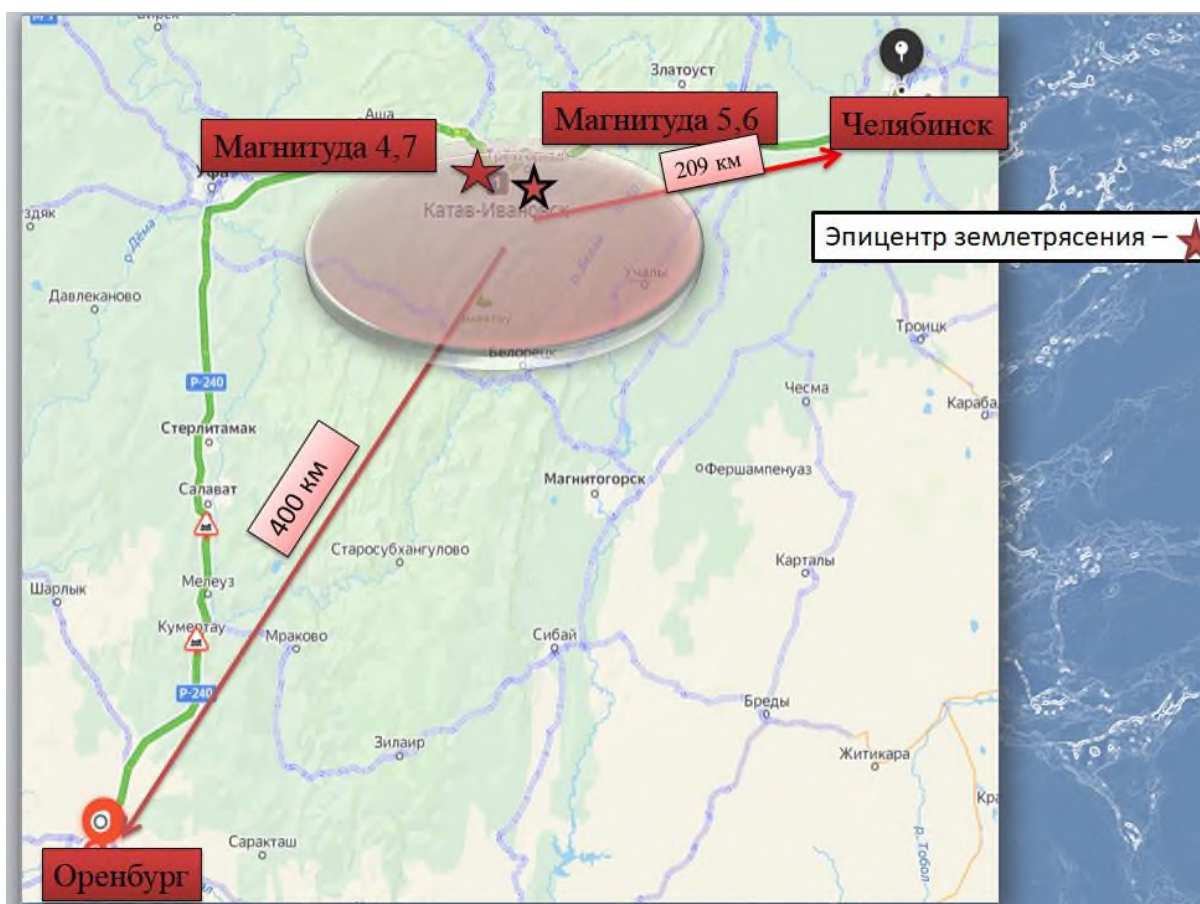


Рис 2. Эпицентры землетрясений в Челябинской области 5 и 19 сентября 2018 года.

С помощью современных приборов выяснили, что внутриплатформенные территории имеют свой уровень сейсмоактивности. Непрерывно регистрируются сейсмические события магнитудой до 3 и выше на территории Оренбургской области [5].

В связи с этим на территории Оренбургской области также есть сейсмическая опасность и ее нужно исследовать, строить систему мониторинга сейсмической и геодинамической активности.

Западная часть Оренбургской области охватывает две крупные структурно-тектонические зоны: Восточно-Европейскую платформу и Предуральский краевой прогиб. Восточно-Европейская платформа охватывает большую часть запада области. Платформа имеет двухслойное строение – кристаллический фундамент, сложенный магматическими и метаморфическими породами, и чехол из осадочных пород. В зависимости от глубины залегания фундамента и мощности осадочного чехла на платформе выделяются поднятия, впадины и прогибы.

В платформенной части территории области выделяются Волго-Уральское поднятие, Прикаспийская впадина и Предуральский краевой прогиб. На Волго-Уральском поднятии кристаллический фундамент относительно приподнят, а мощность осадочных пород невелика. При переходе от поднятия к Прикаспийской впадине происходит резкое погружение кристаллического фундамента на глубину 8-10 км. Соответственно увеличивается мощность осадочных отложений. Еще глубже поверхность кристаллического фундамента залегает в Предуральском краевом прогибе, где мощность осадочных пород достигает 16 км.

Строение восточной части обусловлено Уральской складчатой системой и имеет ярко выраженную меридиональную зональность. С запада на восток друг друга сменяют поднятия и прогибы, смятые в складки магматических, метаморфических и осадочных пород. Поднятия и прогибы разделены меридионально вытянутыми разломами. Основные структуры: Западно-Уральская внешняя зона складчатости; Центрально-Уральское поднятие; Магнитогорский прогиб; Восточно-Уральское поднятие; Восточно-Уральский прогиб; Зауральское поднятие; Кустанайский прогиб.

В подтверждение блоково-разломной модели на территории Западной части Оренбургской области выделено множество разломов разного уровня. Самые значимые и известные: Оренбургский разлом, который контролирует

русло р. Урал, Больше-Кинельский, Байтуганский глубинные разломы и множество разломов меньшего ранга. Ранг определяется глубиной и длиной разлома.

К природной сейсмической активности добавляется и техногенная.

В Западной части области разрабатывается крупнейшее Оренбургское нефте-газо-конденсатное месторождение (ОНГКМ) и более 200 месторождений нефти и газа. Они обуславливают техногенную сейсмичность в Западной части Оренбургской области [6]. Для мониторинга сейсмической активности территории области Отделом геоэкологии ОФИЦ УРО РАН создана сеть из 10 сейсмостанций.

На разрабатываемых месторождениях углеводородов извлекаются большие объемы вещества, что приводит к снижению пластового давления на сотни атмосфер. Это формирует напряжение в земной коре достигающее  $1.5 \text{ т/м}^2$  и более, которое высвобождается в виде сейсмических событий. Они могут привести к крупнейшим техногенным катастрофам и чрезвычайным ситуациям: землетрясениям, провалам и проседаниям земной поверхности [7].

На востоке области нет Оренбургских сейсмостанций, но для мониторинга используется сеть сейсмостанций Республики Казахстан. Ближайшие станции АКТО и АВКАР удалены от территории Оренбургской области более чем на 200 км, поэтому точность регистрации низка, но, тем не менее, по данным этих станций регистрируются более 700 сейсмических событий в год с магнитудой до 3 и выше (рис. 3). Такая сейсмическая активность, вероятно, обусловлено техногенными причинами, связанными с буровзрывными работами и добычей ГПИ.

Следует отметить, что сейсмическая активность в Оренбургской области не такая высокая как в сейсмоактивных регионах. Тем не менее, сейсмические события регулярно регистрируются, они обусловлены как техногенной, так природной сейсмоактивностью. А регистрируемые события с магнитудой более 5 в соседних регионах с теми же, как и в Оренбуржье тектоническими условиями не позволяют исключить такие же сейсмические события и в нашем регионе. Высокая плотность населения и опасных производственных объектов повышают риск техногенных катастроф, связанных с сейсмоактивностью, поэтому необходимо выполнять сейсмологический мониторинг всей территории области существующими сейсмостанциями и строительство сети сейсмостанций на востоке области.

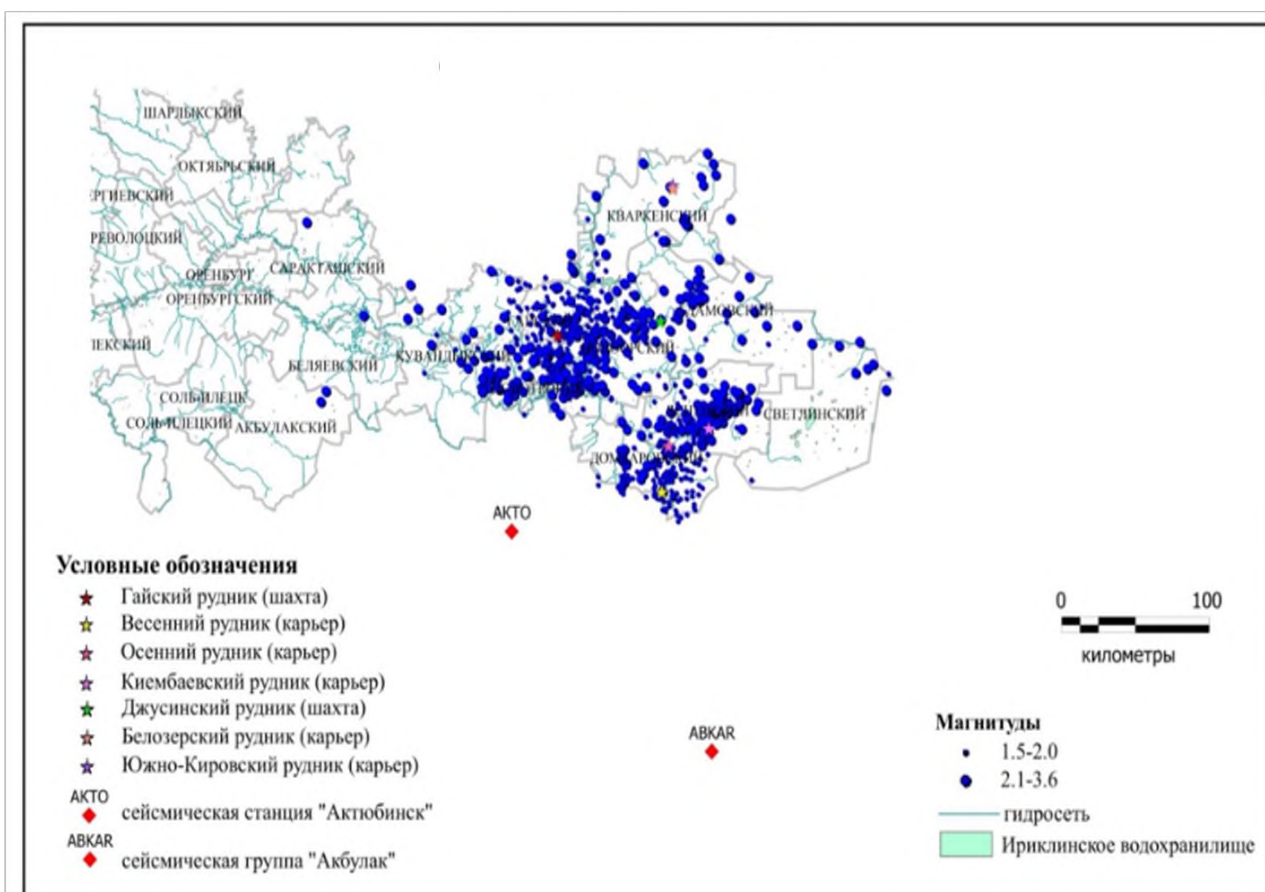


Рис. 3. Сейсмические события в восточной части Оренбургской области за 2022 год.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Хаин В.Е., Ломизе М.Г. Геотектоника и основы геодинамики. М.: Издательство Московского Университета, 1995. № 2: 325-327.
2. Виноградов С. Афтершоки как отражение релаксационного процесса в области, содержащей очаг землетрясения. Геофизические исследования. 2006. Т. 6: 46-50.
3. Михайлова Н.Н, Великанов А.Е. Шалкарское землетрясение 26 апреля 2008 г. Институт геофизических исследований Национального ядерного центра РК, 2014: 304-306.
4. Дягилев Р.А., Верхованцев Ф.Г., Варлашова Ю.В., Шулаков Д.Ю., Габсатарова И.П., Епифанский А.Г.. Катав-Ивановское землетрясение 04.09.2018 г. Российский сейсмологический журнал. 2020. Т. 2, № 2: 7-20
5. Нестеренко М.Ю., Цвяк А.В., Белов В.С. Современная практика наблюдений за опасными геодинамическими процессами в районах добычи полезных ископаемых на примере Южного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2022. 160 с.
6. Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Соколов А.Г. Геодинамические процессы в разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере Южного Предуралья). Екатеринбург: УрО РАН, 2015. 186 с.
7. Нестеренко М.Ю. Проблемы геодинамической безопасности при эксплуатации месторождений углеводородов. Литосфера. 2012. №2: 173-177.

Поступила 12 марта 2023 г.

(Контактная информация: **Нестеренко Максим Юрьевич** – доктор геолого-минералогических наук, заведующий отделом геоэкологии ОФИЦ УрО РАН; адрес: 460014, г. Оренбург, ул. Набережная, д. 29; тел./факс (3532) 77-06-60, e-mail: [n\\_mu@mail.ru](mailto:n_mu@mail.ru);

**Хусаинова Минзиля Фанилевна** – студентка Оренбургского государственного



университета; адрес: 460018, г. Оренбург, пр. Победы, д. 13, e-mail: [minsila\\_19husainova@mail.ru](mailto:minsila_19husainova@mail.ru)).

---

---

## LITERATURE

1. Khain V.E., Lomize M.G. Geotectonics and foundations of geodynamics. Moscow: Moscow University Press, 1995. No. 2: 325-327.
2. Vinogradov S. Aftershocks as a reflection of the relaxation process in the area containing the earthquake source. Geophysical research. 2006. T. 6: 46-50.
3. Mikhailova N.N., Velikanov A.E. Shalkar earthquake April 26, 2008. Institute of Geophysical Research of the National Nuclear Center of the Republic of Kazakhstan, 2014: 304-306.
4. R. A. Diaghilev, F. G. Verkholantsev, Yu. V. Varlashova, D. Yu. Shulakov, I. P. Gabsatarova, and A. G. Epifanskii. geic magazine. 2020. Vol. 2, No. 2: 7-20
5. Nesterenko M.Yu., Tsvyak A.V., Belov V.S. Modern practice of observing hazardous geodynamic processes in mining areas on the example of the South Urals. Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2022. 160 p.
6. Nesterenko M.Yu., Nesterenko Yu.M., Sokolov A.G. Geodynamic processes in developed hydrocarbon fields (on the example of the Southern Cis-Urals). Ekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2015. 186 p.
7. Nesterenko M.Yu. Problems of geodynamic safety in the exploitation of hydrocarbon deposits. Lithosphere. 2012. No. 2: 173-177.

### Образец ссылки на статью:

Нестеренко М.Ю., Хусаинова М.Ф. Сейсмическая опасность в городе Оренбурге. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН 2023. 1: 8 с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2023-1/Articles/MFN-2023-1.pdf>) DOI: 10.24411/2304-9081-2023-11004.