

4
НОМЕР

БОНЦ

ISSN 2304-9081

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЖУРНАЛ
On-line версия журнала на сайте
<http://www.elmag.uran.ru>

БЮЛЛЕТЕНЬ

ОРЕНБУРГСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА УРО РАН

Cetonia aurata (Linnaeus, 1761)
Золотистая бронзовка
Шовкун Д.Ф.



2019

УЧРЕДИТЕЛЬ
ОРЕНБУРГСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР УРО РАН

© М.Ю. Нестеренко, Ю.М. Нестеренко, 2019

УДК 556.161 (470.5)

М.Ю. Нестеренко, Ю.М. Нестеренко

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА И СЕЙСМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Оренбургский федеральный исследовательский центр УрО РАН (Отдел геоэкологии), Оренбург, Россия

Мониторинг выявил быстрое возрастание сейсмической активности в районах добычи полезных ископаемых. В десятки раз она увеличилась в районах разработки месторождений нефти и газа. Концентрация геодинамической и сейсмической активности регистрируется в разломных зонах и других тектонических нарушениях земной коры. При добыче твердых полезных ископаемых, возрастает количество динамических проявлений горного давления на горнодобывающих объектах. Предложена методология комплексного исследования геодинамических процессов на основе сейсмического и GNSS - мониторинга и геодинамического районирования на примере эксплуатируемых месторождений Южного Урала.

Ключевые слова: геологическое строение, сейсмическая активность, гидрогеодинамические процессы, Южный Урал.

M.Y. Nesterenko, Y.M. Nesterenko

NATURAL-TECHNOGENIC GEODYNAMICS AND SEISMIC ACTIVITY IN THE EASTERN PART OF THE ORENBURG REGION

Orenburg Federal Research Center, UB RAS (Department of Geoecology), Orenburg, Russia

Monitoring revealed a rapid increase in seismic activity in the mining areas. It has increased tenfold in the areas of oil and gas fields development. The concentration of geodynamic and seismic activity is registered in the fault zones and other tectonic disturbances of the earth's crust. During the extraction of solid minerals, the number of dynamic manifestations of mountain pressure on mining facilities increases. The methodology of complex research of geodynamic processes on the basis of seismic and GNSS - monitoring and geodynamic zoning on the example of exploited deposits of the southern Urals is proposed.

Keywords: geological structure, seismic activity, hydrogeodynamic processes, Southern Ural.

Введение

Современные геодинамические и тектонические процессы в естественных и техногенно нарушенных условиях на территории Оренбуржья являются важной фундаментальной проблемой, решение которой возможно с при-

влечением современных средств и оборудования. Отдел геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН с 2005 г. проводит сейсмологический мониторинг юго-западной части Оренбургской области в настоящее время десятью сейсмическими станциями.

Мониторинг выявил относительно быстрое возрастание сейсмической активности в западной части региона. Особенно многократно (в десятки раз) она увеличилась в районах разработки месторождений нефти и газа. В месяц фиксируется 2-3 местных сейсмических события с энергией 10^6 - 10^8 Дж. Концентрация геодинамической и сейсмической активности регистрируется в разломных зонах и других тектонических нарушениях земной коры [1].

Особенно геологически значимым в Оренбуржье является Предуральский краевой прогиб и восточный склон Уральских гор (зона взаимодействия Восточно-Европейской платформы с Западно-Сибирской плитой). По данным сейсмического мониторинга Республики Казахстан значительное количество природных и техногенных сейсмических событий наблюдаются в Орско-Новотроицко-Гайском промышленном поясе. Возможно, эти события связаны с эксплуатацией карьеров, шахт и водохранилищ.

Цель работы состоит в разработке научно-методологических основ существенного повышения безопасности и эффективности использования природных ресурсов Оренбургской области за счет применения современных средств мониторинга геологической среды.

Материалы и методы

Восточная часть Оренбуржья имеет сложное геологическое строение с повышенной естественной сейсмической активностью в предгорьях Урала и с многочисленными активными тектоническими нарушениями по его территории. На эту естественную сейсмическую активность значительно воздействуют добыча полезных ископаемых и неконтролируемые взрывные работы на множестве карьеров и шахт для добычи рудных и нерудных горных пород. В результате в западной части Восточного Оренбуржья сейсмическими станциями в соседней части Республики Казахстан в последние десятилетия фиксируется аномально большое количество, несколько десятков сейсмических событий магнитудой до 3 и более единиц в месяц (рис. 1), обуславливая беспокойство населения и внимание прессы.

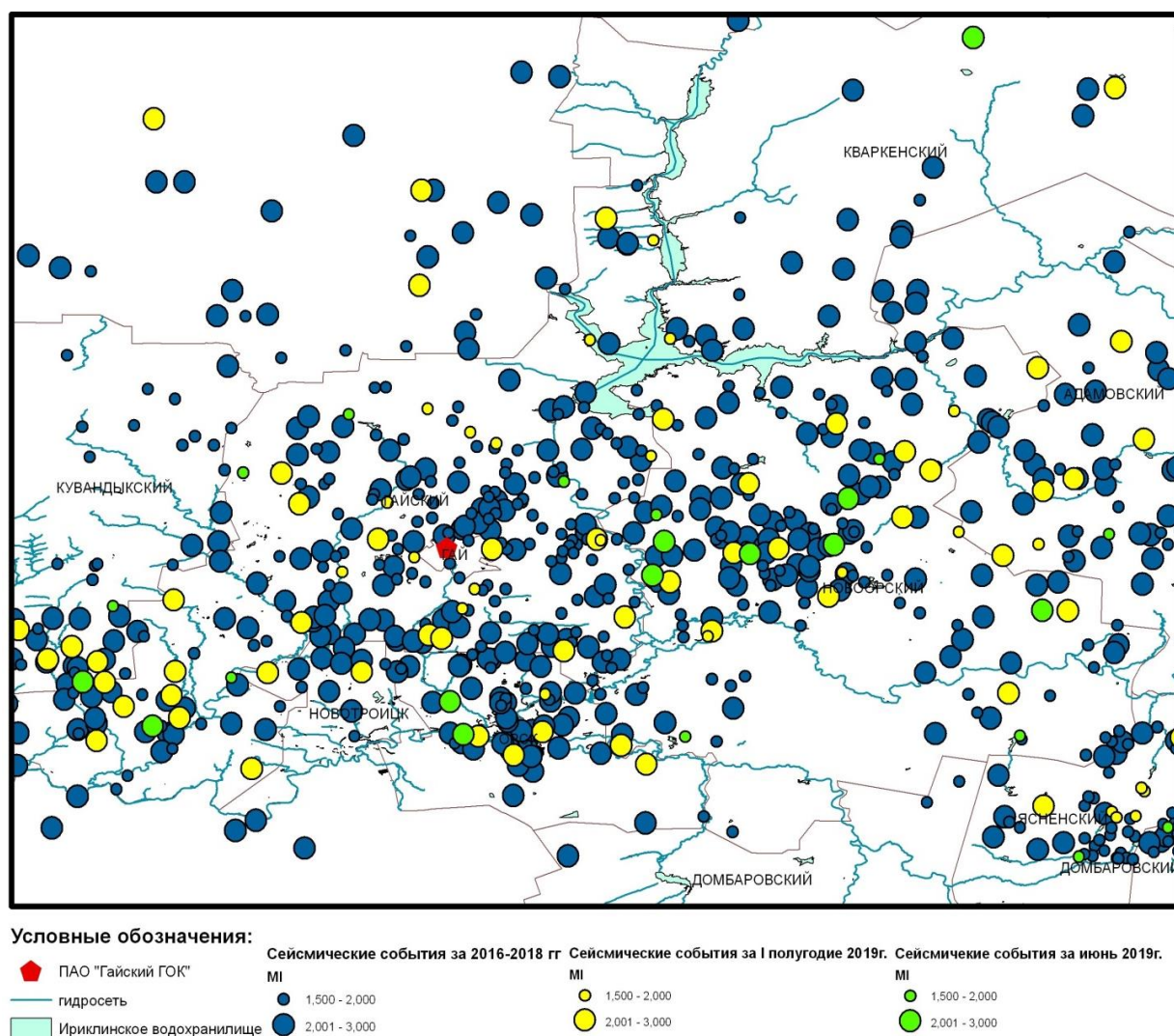


Рис. 1. Эпицентры сейсмических событий, зарегистрированных в восточной части Оренбургской области с 2016 г. по июнь 2019 г. (по данным Казахстанского национального сейсмологического центра).

Сейсмические волны, распространяясь на десятки и сотни километров от многочисленных эпицентров естественных землетрясений, наземных и подземных взрывов различной мощности, создали высокую критическую сейсмическую опасность для строительных и инженерных сооружений гражданского и промышленного назначения, инфраструктуры промышленных предприятий (поточных линий, путей железнодорожного транспорта, взрывоопасной подземной, наземной и воздушной трубопроводной сети для транспортировки углеводородов и емкостей их хранения, общегосударственной Ириклинской ГРЭС, гидротехнических сооружений большого Ириклинского водохранилища и многих других чувствительных к землетрясениям объектов).

С развитием горно-добывающей и горно-перерабатывающей отраслей в

России и ее Оренбургской области увеличивается техногенная нагрузка на геологическую среду, что вызывает формирование опасных геодинамических процессов и явлений в недрах и на поверхности, нередко приводящих к трагическим последствиям [2]. Особенно остро эта проблема стоит на горнодобывающих объектах. При добыче твердых полезных ископаемых, возрастает количество динамических проявлений горного давления на горнодобывающих объектах. Практически во всех регионах отмечается устойчивое возрастание доли крупных событий типа техногенных землетрясений, которые сопровождаются большими разрушениями в горных выработках и на поверхности с негативными, в том числе трагическими, последствиями. Такие события уже произошли и происходят на горнодобывающих предприятиях в России и мире. Например, серия землетрясений и катастрофических провалов в Пермском крае в гг. Соликамск и Березники на шахтных выработках Верхнекамского месторождения калийно-магниевых солей, в Свердловской области в районах разработки Кизельского угольного бассейна, на меднорудном карьере в г. Учалы (Башкортостан), в 2013 г. на Кузбассе в районе Багатского разреза зафиксировано сильное землетрясение с ML 6.1 с тяжелыми последствиями и др.

Вызывает беспокойство ситуация, сложившаяся на карьерах и шахтах Гайского ГОКа, в связи с регистрацией оседаний земной поверхности, достигающих 50 см в год, и множества сейсмических событий в районе разрабатываемого месторождения с магнитудами ML 1,5-2,9. Они зарегистрированы сейсмологической сетью Оренбургской области и Республики Казахстан, расположенными на большом расстоянии от района Гайского месторождения (рис. 1). Это не позволяет определять источник сейсмических событий, определять их природу (горный удар, тектоническое событие, взрыв и пр.), выявлять напряженные и опасные по ЧС зоны в массивах горных пород и т.п.

Сейсмологические исследования, проводимые в районах нефтегазовых месторождений мира, показывают усиление местной сейсмической активности. Во многих случаях изменения геодинамического равновесия земной коры вызывает добыча полезных ископаемых; эти явления, как известно, происходят также в результате взрывных работ на карьерах и шахтах, а также в районах плотин и т.п. Несомненно, в восточной части области, где разрабатываются многочисленные месторождения полезных ископаемых, необходи-

мы сейсмологические исследования этих явлений, которые должны способствовать лучшему пониманию процессов формирования геотектонической активности, землетрясений и оценке геодинамической опасности.

Формирование и эволюция напряженно-деформированного состояния, геофизических процессов, сейсмичность земной коры определяются ее строением, естественной динамикой и совокупностью воздействий на геологическую среду [3]. В связи с этим необходим комплексный анализ геологического строения и геодинамики верхней части земной коры Южного Урала и Зауралья, построение ее геодинамической модели и напряженно-деформированного состояния, в значительной мере определяющие реакцию геологической среды на техногенные воздействия [4].

Нами разработана методология комплексного мониторинга гео- и гидродинамики верхней части земной коры на территории Оренбургской области, признанная в России и за рубежом и не имеющая аналогов. Для этого разработан комплекс программ по обработке исходных данных сейсмологического мониторинга, динамики пластовых вод и прилегающих водоносных горизонтов, а также моделирования динамических процессов в верхней части земной коры и получен патент на способ оценки геодинамической активности [5]. Результаты исследований опубликованы в ряде ведущих российских журналов и за рубежом.

Система комплексного мониторинга внедрена на месторождениях углеводородов ООО «Газпром добыча Оренбург», АО «Оренбургнефть», ООО «БайТекс» и других недропользователей.

Разработанные для ООО «Газпром добыча Оренбург» проект мониторинга современных геотектонических процессов и для ООО «БайТекс» проект геодинамического полигона, включающие методики создания сети сейсмостанций, анализа и обработки сейсмических событий, выделения участков с повышенной сейсмической и геодинамической активностью утверждены Ростехнадзором.

Исследования сейсмичности и прогноз сейсмической опасности осуществляются также в Институте физики Земли РАН. Проводится мониторинг шахтной сейсмичности (А.А. Маловичко - Геофизическая служба РАН, Р.А. Дягилев - Горный институт УрО РАН).

В Институте динамики геосфер В.В. Адушкин и С.Б. Турунтаев исследуют техногенно-индуцированные процессы в земной коре. Исследования

наведенной сейсмичности и сейсмичности разрабатываемых месторождений полезных ископаемых ведутся в Европе (St. Lasocky, Torild van Eck, Femke Goutbeek и др.), в США (Scott D. Davis, Diane I. Doser и др.) и др. В отделе геоэкологии ОФИЦ УрО РАН ведется мониторинг сейсмической активности верхней части земной коры на разрабатываемых месторождениях углеводородов Южного Урала (М.Ю. Нестеренко).

Однако изменения в динамике пластовых вод и окружающих их водоносных горизонтах в естественных и техногенно измененных условиях остаются малоизученными. Еще менее изучено влияние изменений в динамике подземных вод на разрабатываемых месторождениях полезных ископаемых на напряженно-деформированное состояние геологической среды и сейсмичность.

Но пока мало проводится исследований геодинамических процессов, происходящих в недрах, и не установлены закономерности развития гидрогазодинамических и геодинамических процессов в земной коре в районе разрабатываемых месторождений. Их конкретика в каждом случае зависит от многих обстоятельств, связанных с факторами геолого-структурного, технологического и временного характера. Предлагаемая методология комплексного исследования геодинамических процессов на основе сейсмического и GNSS-мониторинга и геодинамического районирования на базе формальной классификации территории по выявленным генерализованным критериям даст возможность на примере эксплуатируемых месторождений Южного Урала выявить причинно-следственные связи техногенного сейсмогенеза и техногенно измененных геологических процессов.

Рядом исследователей [6, 7] выявлены новейшие движения на Южном Урале (рис. 2). Проведение исследований новейшей тектоники и геодинамики Южного Урала с использованием сети сейсмостанций и GNSS-наблюдений позволит выявить механизмы формирования и релаксации напряжений в зоне внутриплитной коллизии и изучить взаимовлияние природных геодинамических процессов с техногенными воздействиями и снизить риск чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными геодинамическими явлениями.

В настоящее время важнейшим направлением мониторинга геодинамических процессов является изучение сейсмичности во взаимосвязи с GNSS-мониторингом. Однако совершенствование аппаратных ресурсов, являясь совершенно необходимым этапом уточнённой регистрации техно-

генных сейсмических событий, тем не менее, не объясняет причины их возникновения. Предлагаемая технология геодинамического и сейсмического районирования на базе формальной классификации территории по выявленным генерализованным критериям, дает возможность на техногенных объектах Южного Урала объяснить причинно-следственные связи техногенного сейсмогенеза и геолого-технических мероприятий.

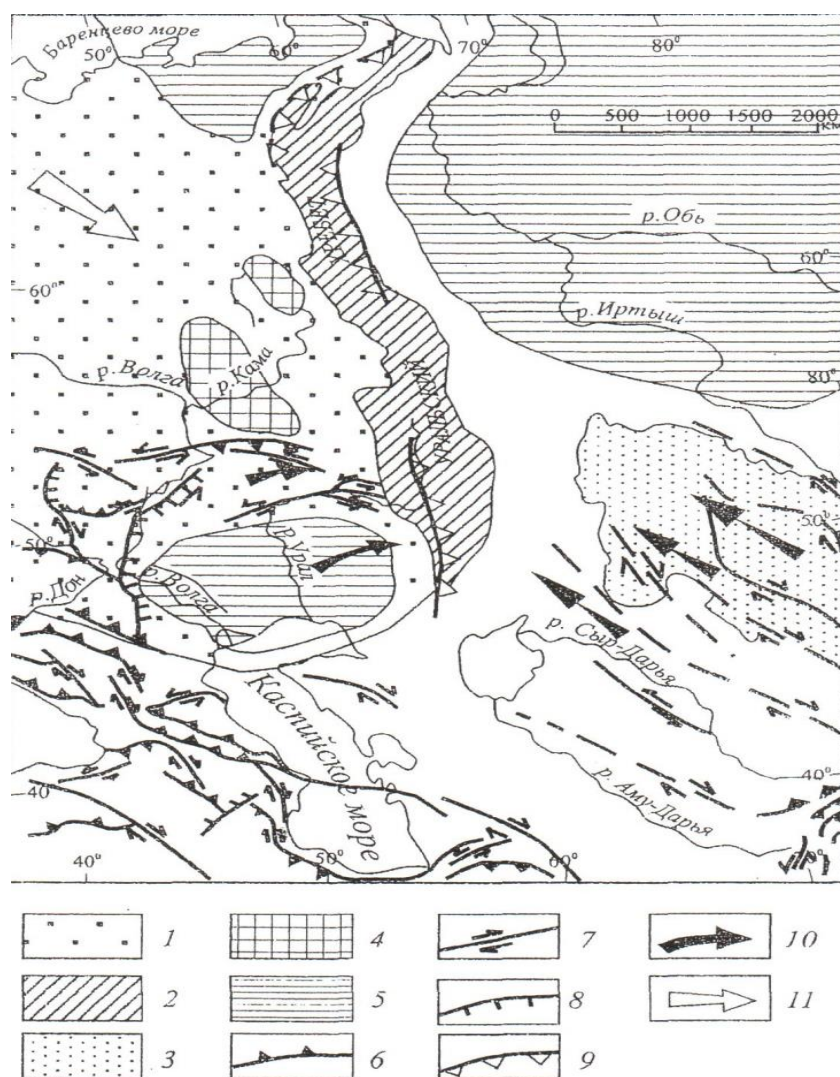


Рис 2. Структурная позиция Урала по отношению к кинематике блоков соседнего отрезка Альпийско-Гималайского коллизионного пояса.
 Обозначения: 1 – Восточно-Европейский кратон, 2 – новейший Урал, 3 – Центрально-Казахстанский блок, 4 – антеклизы, 5 – синеклизы, 6 – надвиги, 7 – сдвиги, 8 – сбросы, 9 – зоны внутриплитного поддвига участков утоненной коры, 10 – направления горизонтального перемещения блоков, 11 – направление предполагаемого позднекайнозойского перемещения Восточно-Европейского кратона относительно Сибири.

В плане сравнения ожидаемых результатов с мировым уровнем можно полагать, что проблема мониторинга современных геотектонических процессов интенсивно эксплуатируемых территорий Оренбуржья имеет большую очевидную социальную значимость, значительную инвестиционную привлекательность как для российских, так и иностранных инвесторов, а также, как показывает анализ, высокую эффективность разработки при ее реализации.

Заключение

Для исследования аномально высокой сейсмической активности в Восточном Оренбуржье, выявления ее причин и источников, уровня опасности, разработки мер уменьшения сейсмичности и повышения защищенности конкретных объектов социума, промышленности и энергетики необходим сейсмологический мониторинг. Созданная отделом геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН сейсмологическая сеть в Западном Оренбуржье в связи с удаленностью и по геологическим условиям прохождения сейсмических волн через Уральские горы не может решить поставленные задачи. Для их решения необходимо создать геодинамический полигон, включающий сейсмологическую сеть из 3-4 сейсмических станций и сеть пунктов GNSS-наблюдений на территории геодинамической и сейсмической активности в Гайском и Новоорском районах и вблизи гг. Орск и Гай, Ириклинской ГРЭС и Ириклинского водохранилища.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Соколов А.Г. Геодинамические процессы в разрабатываемых месторождениях углеводородов (на примере Южного Предуралья). Екатеринбург: ОНЦ УрО РАН, 2015. 186с.
2. Нестеренко М.Ю., Карпюк М.С., Цвяк А.В., Капустина О.А. Природно-техногенная геодинамика и сейсмическая активность и их влияние на объекты повышенной опасности в Оренбургской области. Проблемы анализа риска. 2018. 15 (3): 32-39.
3. Hubbert M.K., Rubey W.W. Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting. Geological Society of America Bulletin. 1959. Vol. 70.
4. Nesterenko M.Yu. Natural and technogenic seismic and geodynamic activity of the Southern Urals. 12th International Conference and School Problems of Geocosmos. October 8-12, 2018. St.-Petersburg Russia. P. 126.
5. Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М., Владов Ю.Р., Владова А.Ю. Способ определения геодинамической активности недр разрабатываемого месторождения углеводородов. Патент на изобретение № 2575469 от 22.01.2016 г.
6. Пучков В.Н. Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
7. Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. М.: Наука, 2005. 340 с.

Получена 31 июля 2019 г.

(Контактная информация:

Нестеренко Максим Юрьевич – доктор геолого-минералогических наук, доцент, заведующий лабораторией отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; Тел./факс (3532) 77-06-60; e-mail: n_mu@mail.ru;

Нестеренко Юрий Михайлович – главный научный сотрудник отдела геоэкологии Оренбургского федерального исследовательского центра УрО РАН; адрес: 460014, Оренбург, ул. Набережная, д. 29, а/я 59; Тел./факс (3532) 77-06-60; e-mail: geoecol-onc@mail.ru)

LITERATURE

1. Nesterenko M.Yu. Nesterenko Yu.M., Sokolov A.G. Geodynamic processes in developed hydrocarbon fields (on the example of the Southern Urals). Ekaterinburg: ONTs UB RAS, 2015. 186 p.
2. Nesterenko M.Yu., Karpyuk MS, Tsvyak A.V., Kapustina O.A. Natural and man-made geodynamics and seismic activity and their impact on objects of increased danger in the Orenburg region. Problems of risk analysis. 2018. 15 (3): 32-39.
3. Hubbert M.K., Rubey W.W. Role of fluid pressure in mechanics of overtrust faulting. Geological Society of America Bulletin. 1959. Vol. 70.
4. Nesterenko M.Yu. Natural and technogenic seismic and geodynamic activity of the Southern Urals. 12th International Conference and School Problems of Geocosmos. Russia. St.-Petersburg, 2018.. P. 126.
5. Nesterenko M.Yu. Nesterenko Yu.M., Vladov Yu. R. Vladova A. Yu. A method for determining the geodynamic activity of the subsoil of the developed hydrocarbon Deposit. Patent for the invention № 2575469 from 22.01.2016.
6. Puchkov V.N. Geology of the Urals and Cis-Urals (actual problems of stratigraphy, tectonics, geodynamics and metallogeny). – Ufa: DesignPoligraphService, 2010. – 280 p.
7. Kopp M.L. Horizontal components of recent movements in platform areas of the South-Eastern Europe. - M.: Nauka, 2005. - 340 p. (Transactions of Geological Institute RAS; Vol. 552).

Образец ссылки на статью:

Нестеренко М.Ю., Нестеренко Ю.М. Природно-техногенная геодинамика и сейсмическая активность восточной части Оренбургской области. Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2019. 4. 8с. [Электр. ресурс] (URL: <http://elmag.uran.ru:9673/magazine/Numbers/2019-4/Articles/MYN-2019-4.pdf>). DOI: 10.24411/2304-9081-2019-15007