

# ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

УДК: 550.34.016

DOI:10.7242/echo.2020.1.11

## СОВРЕМЕННАЯ СЕЙСМИЧНОСТЬ ДОБРЯНСКОГО РАЙОНА ПЕРМСКОГО КРАЯ

Ю.В. Баранов<sup>1</sup>, И.В. Голубева<sup>2</sup><sup>1</sup>Горный институт УрО РАН, г. Пермь<sup>2</sup>ФИЦ ЕГС РАН, г. Обнинск

**Аннотация:** Пермский край относится к сейсмически слабоактивным территориям, но региональная сейсмичность может оказывать влияние на работу горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, на деятельность железнодорожного и трубопроводного транспорта, на безопасность человеческой жизнедеятельности в городских агломерациях. Исследование сейсмической активности является важной задачей, связанной с изучением строения и развития восточной окраины Восточно-Европейской платформы, Урала и прилегающих территорий. Сейсмические события не рассеяны хаотично в пространстве, а группируются в кластеры, форма и размеры которых определяются геодинамическими процессами, происходящими в земной коре. В настоящее время наблюдается усиление сейсмической активности Добрянского района, увеличение частоты и интенсивности сейсмических событий, что свидетельствует о росте современной тектонической активности в регионе. Такой процесс требует изучения геофизическими и сейсмологическими методами, оценки результатов и составления прогнозов о влиянии таких процессов на деятельность человека.

В работе анализируется сейсмологическая информация, полученная с помощью региональных сейсмических станций. Представлены графики распределения количества сейсмических событий, выделения сейсмической энергии, сопоставлено расположение эпицентров сейсмических событий с аномалиями магнитного поля и сделан вывод о связи этих явлений.

**Ключевые слова:** сейсмическая активность, тектоническая активность, Добрянский район.

Территория Пермского края относится к сейсмически слабоактивным территориям. В настоящее время на территории края не регистрируется крупных сейсмических событий, связанных с геодинамическими процессами, происходящими на Урале, восточной окраине Восточно-Европейской платформы и прилегающих территориях. Основная сейсмичность края связана с разработкой Верхнекамского месторождения калийных солей и месторождений углеводородов. Сейсмическими станциями Пермского края регистрируются телесеизмические землетрясения и технологические взрывы на горнодобывающих предприятиях преимущественно Пермского края и Свердловской области. Тем не менее, регулярно регистрируются и слабые события, связанные с региональной природной сейсмичностью.

Природная сейсмичность Пермского края в основном связана крупными тектоническими нарушениями – Главным Уральским разломом, Кировско-Кажимским и Камско-Бельским авлакогенами, с Предуральским краевым прогибом [3], но наиболее сейсмически активной территорией на территории края является восточная часть Добрянского района.

В тектоническом плане данная территория связана с зоной сопряжения Камско-Бельского авлакогена и Предуральского краевого прогиба. В осадочном чехле это район Косьвинско-Чусовской седловины, разделяющей Соликамскую и Сылвенскую впадины. Район испытывает интенсивную техногенную нагрузку, на нескольких месторождениях ведется активная добыча углеводородов, и происхождение сейсмичности требует дальнейшего исследования.

Благоприятным фактором для изучения сейсмичности в регионе является наличие Уральской региональной сети сейсмических станций (УСС), которая дает возможность получать объективные сведения о сейсмичности региона и сейсмической опасности [2].

Лаборатория природной и техногенной сейсмичности «ГИ УрО РАН» совместно с ФИЦ ЕГС РАН (г. Обнинск) ведет непрерывную работу по регистрации и исследованию сейсмической активности Западно-Уральского региона, определяя зоны повышенной сейсмической активности, сопоставляя сейсмические данные с геолого-геофизической информацией о строении региона и выделяя зоны возможных очагов землетрясений [1].

Начиная с 2002 года сейсмостанциями УСС на территории Добрянского района периодически стали регистрироваться слабые микроземлетрясения с локальными магнитудами  $-0.4 - 1.1$ , такие события регистрировались одной, реже двумя станциями, поэтому их природа происхождения носила предположительный характер и локация эпицентров была возможна в единичных случаях. С 2010 года магнитуда землетрясений увеличилась до  $1.3 - 2.9$  и появилась возможность уверенно определять местоположения эпицентров по 3-м и более станциям. За период с декабря 2002 года по апрель 2020 года на территории Добрянского района и прилегающих территориях зарегистрировано и лоцировано 81 сейсмическое событие с магнитудами  $0.5 - 2.9$ , рис. 1. Крупнейшее землетрясение в районе с магнитудой 2.9 зарегистрировано 14 февраля 2020 года. Информация о макросейсмических проявлениях землетрясений отсутствует.

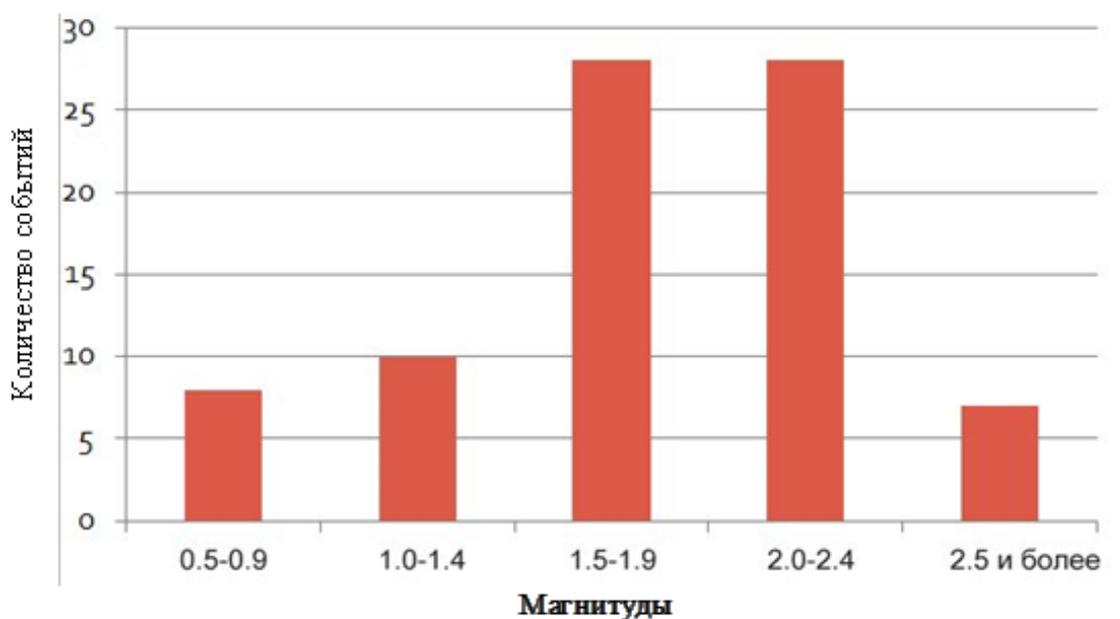


Рис. 1. Распределение землетрясений Добрянского района по магнитудам

Необычный характер такой сейсмической активизации можно интерпретировать как возможное проявление наведенной сейсмичности, спровоцированной в результате промышленной разработки одного из крупнейшего в Пермском крае нефтяного Ярино-Каменноложского месторождения, которое эксплуатируется с 1955 г по настоящее время. Как показывает анализ известных в мировой практике аномальных геодинамических процессов, ни одно длительно разрабатываемое нефтегазовое месторождение не гарантировано от проявления техногенных землетрясений. При этом анализ параметров землетрясений не указывает на непосредственную связь сейсмичности с техногенными факторами, так определенная глубина расположения гипоцентров составляет от 4 до 10 км, локация эпицентров сейсмических событий указывает, что они расположены вне разрабатываемых месторождений углеводородов и районов добычи полезных ископаемых карьерным способом. Тем не менее, полностью отрицать такую связь нельзя и исследования сейсмической активности Добрянского района будут продолжены. Очевид-

но, что увеличение плотности сети сейсмических станций в Добрянском районе играет важную роль в своевременном выявлении активизации естественной и наведенной сейсмичности в условиях активной эксплуатации месторождения

Анализ данных показывает рост сейсмической активности: так, в 2019 году было зарегистрировано 28 сейсмических событий, а с 1 января по 4 апреля 2020 года – 9 сейсмических событий.

График выделения сейсмической энергии также указывает на активизацию сейсмических процессов, происходящих в Добрянском районе. Так, в первом квартале 2020 года в исследуемом регионе выделилось максимальное количество сейсмической энергии, превышающее общее количество сейсмической энергии, выделенное 2019 году, что также свидетельствует об интенсивном развитии геодинамических процессов, происходящих в земной коре (рис. 2).

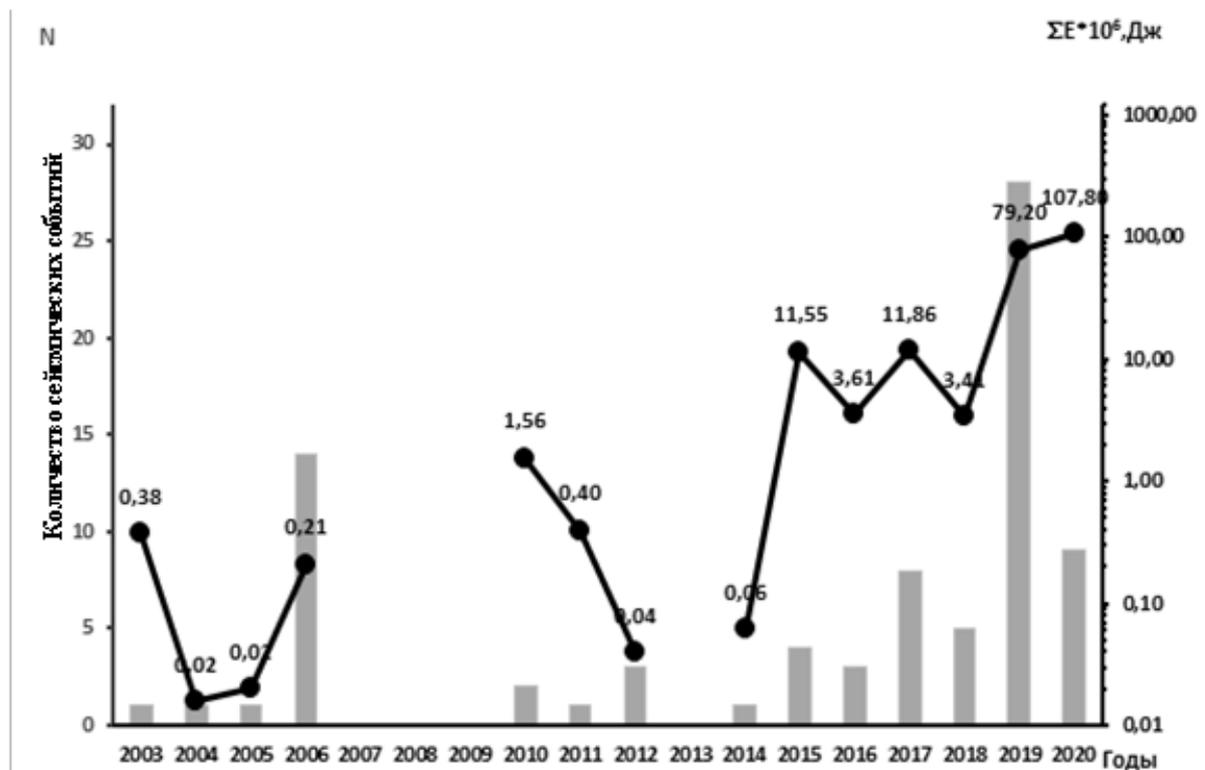


Рис. 2. График количества сейсмических событий и выделения сейсмической энергии по годам

Расположение эпицентров сейсмических событий показывает формирование субширотного эллипсообразного кластера. Кластер расположен в зоне сопряжения Камско-Бельского авлакогена и Предуральского краевого прогиба. Глубина расположения гипоцентров позволяет сделать вывод о связи сейсмичности с геодинамическими процессами, происходящими в нижнем слое земной коры и в фундаменте. В настоящее время продолжается дополнительное исследование уже полученных данных о землетрясениях Добрянского района. Уточняется расположение гипоцентров землетрясений и скоростная модель земной коры.

Интересно сопоставление расположения эпицентров с событиями с картой аномально-го магнитного поля [4]. В Добрянском районе расположены ярко выраженные субширотные аномалии магнитного поля, не характерные для Западного Урала. Такие аномалии могут быть связаны с контактом геологических тел, обладающим разной намагниченностью, смещенных вдоль тектонического нарушения, и расположение эпицентров задается линией смены знака магнитного поля этих аномалий (рис.3). При этом не

наблюдается четкой взаимосвязи расположения эпицентров сейсмических событий с аномалиями гравитационного поля, с расположением максимальных значений современных вертикальных движений земной коры, с рельефом земной поверхности, с глубиной залегания поверхности Мохоровичича и с геотермическими аномалиями.

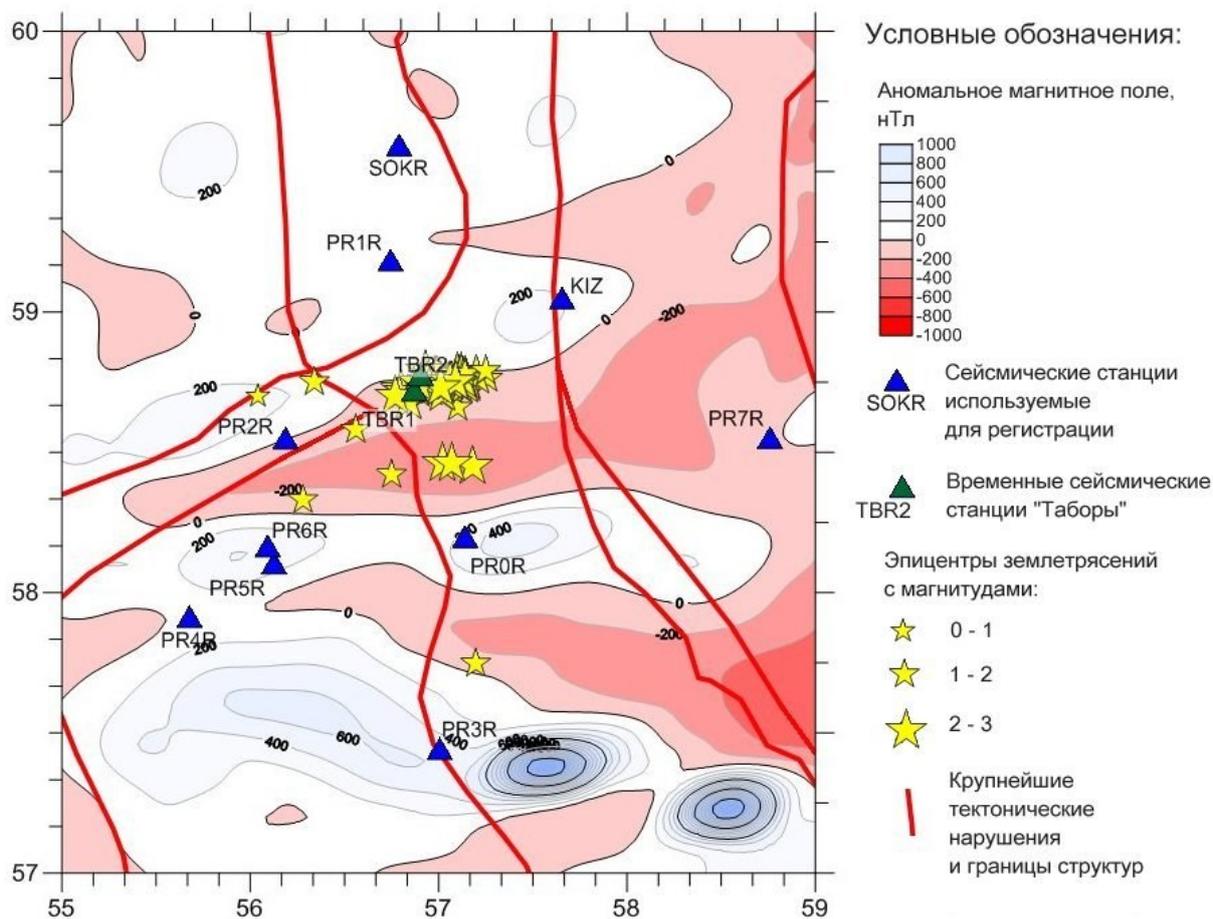


Рис. 3. Зарегистрированные сейсмические события

В настоящее время лаборатория природной и техногенной сейсмичности «ГИ УрО РАН» совместно с ФИЦ ЕГС РАН продолжает исследования сейсмичности Добрянского района с помощью действующих сейсмических станций. Ведется работа по развертыванию сети временных сеймопавильонов, по уточнению природы геофизических аномалий и выявлению связи геологического строения земной коры с сейсмической активностью.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баранов Ю.В. Анализ геофизических полей для выделения зон возможных очагов землетрясений восточной окраины Восточно-Европейской платформы // Вестн. Перм. ун-та. Сер. Геология. – 2016. – Вып. 4 (33). – С. 36-40. DOI: 10.17072/psu.geol.33.36.
2. Гусева Н.С., Голубева И.В., Белевская М.А., Шулаков Д.Ю., Варлашова Ю.В., Старикович Е.Н. Сейсмичность Уральского региона за 2017 год по инструментальным наблюдениям Уральской сейсмологической сети // XIX Уральская молодежная научная школа по геофизике: сб. науч. материалов / ИГФ УрО РАН [и др.]. – Екатеринбург, 2018. – С. 63-66.
3. Тектоническая карта России, сопредельных территорий и акваторий [Карты] / Е.Е. Милановский, О.А. Мазарович, С.Л. Костюченко, Д.И. Жив. – 1:4000000. – М: ПКО «Картография», 2007.
4. EMAG2: Earth Magnetic Anomaly Grid (2-arc-minute resolution). – Текст электронный. – URL: <http://geomag.org/models/emag2.html>, свободный (дата обращения 10.04.2019).