

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор

ОАО «ВИОГЕМ»

кандидат технических наук

С. С. Серый



«15» апреля 2024 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Шевчука Романа Васильевича на тему: **«Обоснование и разработка метода выявления зон возможного нарушения изоляционных свойств массива горных пород на основе деформационного анализа»**, представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»

1. Актуальность работы

Актуальность темы диссертационной работы обусловлена необходимостью разработки метода мониторинга современных движений земной коры с использованием ГНСС для возможного выявления потенциальных зон нарушения изоляционных свойств Нижне-Канского массива. Уникальность исследуемого объекта составляет его проектный срок эксплуатации, который превышает 10 тыс. лет, предъявляет особые требования к геодинамическому режиму района. Породный массив, вмещающий радиоактивные отходы (РАО), должен располагаться на территории, где параметры медленных и быстрых тектонических движений гарантированно обеспечат сохранность изоляционных свойств породного массива. Для обеспечения эффективности ГНСС-мониторинга необходимо постоянное совершенствование процесса наблюдений и обработки данных, включая оптимизацию структуры геодинамической сети, оперативный контроль точности полевых измерений, а также применение современных алгоритмов обработки и деформационного анализа.

В этой связи, представленная диссертационная работа посвящена разработке методики выполнения ГНСС-наблюдений и деформационного анализа, которая обеспечивает достоверность данных о современных движениях земной коры в районе захоронения высокоактивных радиоактивных отходов.

2. Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения и 2 приложений. Работа изложена на 151 страницах текста и сопровождается 51 иллюстрациями, 15 таблицами. Список цитируемой литературы включает 135 наименования.

Во введении сформулированы актуальность работы, ее цель, основные научные положения, новизна и практическая значимость результатов исследования, обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

В первой главе диссертационной работы был проведен анализ отечественного и международного опыта мониторинга современных движений и деформаций земной коры. Автором в ходе анализа были рассмотрены различные методы, инструменты и методики измерений, применяемые для изучения геодинамической обстановки и выявления зон возможного нарушения изоляционных свойств массива горных пород в районах, где располагаются особо ответственные объекты. Анализируемый опыт позволил автору выявить основные недостатки в подходах, применяемые для оценки геодинамической обстановки и контроля за деформациями земной коры. Были сформулирован ряд актуальных научно-методических задач, целью которых является повышение надежности и достоверности оценки параметров деформаций породного массива и выявление зон возможного нарушения изоляционных свойств массива в процессе строительства подземного сооружения для захоронения радиоактивных отходов.

Во второй главе рассматриваются теоретические основы деформационного анализа для определения движений земной поверхности на основе данных, полученных с помощью ГНСС-измерений. Эти теоретические основы служат основой для разработки методики расчета основных параметров деформаций земной поверхности, таких как максимальное горизонтальное удлинение, деформация сдвига и дилатации. Кроме того, были собраны и проанализированы данные о смещениях, полученные на геодинамическом полигоне Нижне-Канского массива за 10-летний период. Сделан вывод о несовершенстве структуры существующего геодинамического полигона, так как он не позволяет обеспечить полный контроль над деформационными процессами в соответствии с требованиями нормативов, особенно в южной части ближней зоны подземной исследовательской лаборатории.

Третья глава посвящена разработке и апробации метода контроля точности ГНСС-аппаратуры без использования эталонных геодезических

построений. В работе предложен и протестирован метод проверки ГНСС-аппаратуры на основе единственной базовой линии, что позволило выявить номинальное несоответствие ГНСС-антенны в полевых условиях. Апробация метода на геодинамическом полигоне Нижне-Канского массива показала его способность обнаруживать некорректные паспортные характеристики антенн и обеспечивать высокую точность ГНСС-измерений. Результаты работы демонстрируют, что предложенный метод может обеспечить точность измерений на уровне 1.3 – 2.5 мм в плане и до 2.5 мм по высоте в условиях данного района.

Таже в данной главе представлены результаты исследований, направленных на разработку инженерных критериев интерпретации скоростей деформаций земной коры на различных масштабных уровнях. Для этого был составлен каталог скоростей деформаций на геодинамическом полигоне (ГДП), расположенных в различных типах напряженного состояния. В ходе исследования были построены гистограммы распределения и регрессионные зависимости деформаций (в данном случае, дилатации) от площади треугольника. Обобщенные регрессионные зависимости позволяют провести оценку деформационного режима на геодинамическом полигоне, уточнить степень тектонической активности и выполнить прогнозирование возможных аномалий деформаций.

Дополнительно были проведены исследования по оптимизации структуры геодинамического полигона в пределах Нижне-Канского массива. Анализ опыта использования скальных геодезических центров на различных геодинамических полигонах показал, что центры, предназначенные для размещения в выходах скальных горных пород, обладают наиболее простой и экономичной конструкцией. В результате процедуры оптимизации, ГНСС-сеть была расширена на южный сектор региона, включая зону строительства подземной исследовательской лаборатории. Улучшение сети привело к увеличению количества треугольников, приближенных к равносторонним, что положительно сказалось на точности определения деформаций земной поверхности.

В четвертой главе диссертант представил геодинамическую модель северной части Нижне-Канского массива, основанную на временных рядах смещений пунктов геодинамического полигона за период 10-летний период, а также динамику пространственно-временного изменения полей деформаций. Характер плановых смещений ГНСС-пунктов за 10-летний период подтверждает нелинейный и квазициклический характер геодинамического режима. В процессе анализа было выявлено два цикла смены направлений движений, с периодом около 2-3 лет. Анализ

деформаций, рассматриваемый как инвариантная характеристика, позволил получить более стабильную картину. Из представленных автором карт осей главных деформаций сжатия и растяжения видно, что почти на всей исследуемой площади наблюдаются деформации растяжения. Наибольшие значения деформации дилатации с постоянным трендом за весь период наблюдений отмечены в северной части.

3. Новизна результатов исследования, выводов и рекомендаций

При выполнении диссертационного исследования автором были выполнены аналитические и экспериментальные работы, получены новые фундаментальные знания об современных движениях земной коры на геодинамическом полигоне Нижне-Канского массива.

1. Разработан метод полевого контроля точности ГНСС-аппаратуры, который способен обнаруживать ошибочные параметры измерительных средств и гарантировать надежную регистрацию субсантиметровых движений и деформаций земной поверхности в тектонически умеренно-активных районах.

2. Были установлены пространственные закономерности скоростей деформаций, вызванных тектоническими процессами, для различных по масштабу иерархических уровней и типов напряженного состояния участков земной коры. Это позволяет априорно классифицировать деформации на два класса, характерных для геодинамического режима исследуемого района: "относительно неопасные" и "опасные", которые превышают первый класс.

3. Был разработан новый метод деформационного анализа, который отличается тем, что осуществляется оценка пространственно-временной динамики изменения компонент тензора деформаций земной коры, полученных на основе режимных наблюдений средствами ГНСС. Этот метод позволяет выявить взаимосвязь между кинематикой движений и параметрами деформаций с зонами возможного нарушения изоляционных свойств пород.

4. Были выявлены тенденции плановых смещений пунктов ГНСС за период с 2012 по 2021 годы, подтверждающие нелинейный геодинамический режим территории. Этот режим проявляется в квазициклическом развитии во времени и разнонаправленном движении блоков. Было обнаружено два цикла смены направлений движений, промежуток между которыми составляет около 2-3 лет.

5. Впервые были получены фундаментальные данные о характере горизонтальных движений в области контакта двух региональных тектонических структур: Западно-Сибирской плиты и Сибирской платформы.

На основании полученных результатов обоснованы выводы о методическом обеспечении ГНСС-наблюдений и разработаны рекомендации по выявлению зон возможного нарушения изоляционных свойств массива горных пород.

4. Практическая значимость полученных результатов и рекомендации по их дальнейшему использованию

Практическое значение исследований состоит в разработке метода, позволяющего выявлять возможные зоны потенциального нарушения изоляционных свойств горных массивов. Этот метод основан на анализе деформаций, полученных из данных ГНСС-наблюдений, проводимых на локальных геодинимических полигонах. Предложенный метод способствует повышению эффективности обеспечения промышленной безопасности объектов, использующих атомную энергию.

Разработанный комплексный метод, включающий полевые ГНСС-наблюдения и анализ деформаций, успешно прошел апробацию в системе научно-исследовательских, производственных и полевых работ Геофизического центра РАН, выполняемых совместно с ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами».

5. Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций заключается в:

- соответствием результатов исследований нормативным документам по безопасности обращения с радиоактивными отходами.
- применением современных методов, компьютерных систем и алгоритмов обработки данных ГНСС;
- обеспечением метрологической точности при проведении геодезических работ;
- согласованием результатов с данными геологических и геофизических исследований в регионе.

6. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что по актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа заслуживает высокой оценки и соответствует требованиям положения «О порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСИС».

7. Публикации и апробация результатов

Основные положения работы, полученные результаты и выводы достаточно полно отражены в 12-ти печатных работах, в том числе 3 – в

научных изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 9 – в изданиях, индексируемых наукометрической базой Scopus/WoS. Получено 1 авторское свидетельство на программу для ЭВМ. Содержание диссертационного исследования, полученные результаты и основные научные положения докладывались на всероссийских и международных научных конференциях, симпозиумах, форумах и семинарах.

8. По диссертационной работе имеются ряд замечаний, которые заключаются в следующем:

1. В первой главе детально рассмотрены методы мониторинга движений и деформаций земной коры, включая как отечественный, так и международный опыт. Однако отсутствуют примеры, демонстрирующие влияние техногенных аварий на земную кору. Включение таких примеров может помочь выявить причины возможных несоответствий имеющихся методик наблюдений и предложить соответствующие коррективы для повышения их эффективности.

2. В диссертации не уделено должного внимания влиянию залесенной местности на результаты ГНСС-измерений. Следует подчеркнуть, что наличие многопутности, характерной для данной территории, оказывает существенное влияние на точность определения положения фазового центра антенны.

3. Автор пишет, что при модернизации геодинимического полигона маркшейдерско-геодезическая сеть была расширена, путем закладки новых центров скального типа. Однако следует отметить, что плотность ГНСС-пунктов все рано остается невысокой, что может повлиять на точность и полноту данных о деформациях земной коры

4. На определенных графических изображениях не соблюдена единообразная нотация в обозначении названий рисунков. В частности, на рисунке 3.3 и 3.15 используется "Рис", вместо общепринятого обозначения "Рисунок", применяемого на остальных иллюстрациях.

5. В таблице 3.11 приведены регрессионные зависимости деформации от площади треугольников для различных районов, однако не указана информация о их статистической значимости.

Приведенные замечания имеют, в основном, редакционный характер и не влияют на общую положительную оценку рассматриваемой работы.

Заключение

Диссертационная работа Шевчука Романа Васильевича выполнена на высоком научном уровне, отличается актуальностью, новизной и перспективностью практической реализации. Достоверность полученных

результатов и выводов не вызывает сомнений. Научные положения, содержание работы, ее результаты и выводы полностью соответствуют паспорту специальности 2.8.3 «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Диссертационная работа Р. В. Шевчука «Обоснование и разработка метода выявления зон возможного нарушения изоляционных свойств массива горных пород на основе деформационного анализа» соответствует требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ «МИСИС», которые предъявляются к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Автор диссертационной работы – Шевчук Роман Васильевич, заслуживает присуждения искомой ученой степени по специальности 2.8.3 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр».

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

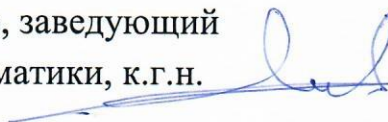
Отзыв ведущей организации по диссертационной работе Шевчука Романа Васильевича заслушан и обсужден на заседании Научно-технического совета ОАО «ВАОГЕМ», протокол № 3 от 23.04.2024 г.

Отзыв подготовлен:

Заместитель генерального директора
по научной работе и промышленной безопасности,
заведующий отделом геомеханики, геологии и
геоинформатики, к.т.н.

 А.В. Киянец

Заместитель генерального директора
по научной работе и развитию, заведующий
отделом геологии и геоинформатики, к.г.н.

 Е.Б. Яницкий

Подпись Киянца А.В. и Яницкого Е.Б. удостоверяю

Начальник отдела кадров
ОАО «ВАОГЕМ»





Хмеленко Н.А.

Согласен на обработку персональных данных

 А.В. Киянец

Согласен на обработку персональных данных

 Е.Б. Яницкий

Открытое акционерное общество «Всероссийский научно-исследовательский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, защите инженерных сооружений от обводнения, специальным горным работам, геомеханике, геофизике, гидротехнике, геологии и маркшейдерскому делу» (ОАО «В И О Г Е М»),
г.Белгород, пр.Б.Хмельницкого, д.86,
Телефон: +7 (4722) 73-25-15
E-mail: info@viogem-sp.ru,