

«Стратегии развития и использования минерально-сырьевой базы ОПИ» по субъектам РФ следует использовать потенциал ФГУП «ЦНИИгеолнеруд», которым в различные годы был выполнен цикл работ по использованию потенциала недр в части ОПИ по различным субъектам РФ на территории Приволжского и Северо-Кавказского федеральных округов. Выполненные работы способствовали появлению на рынках новой минерально-сырьевой продукции на основе ОПИ, росту налоговых поступлений в бюджеты различных уровней, занятости местного населения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Временные методические рекомендации по подготовке и рассмотрению материалов, связанных с формированием, согласованием и утверждением региональных перечней полезных ископаемых, относимых к общераспространенным.* Утверждено распоряжением Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 07.02.2002 г., №47-р.

2. Вяткин, И.А. Месторождения сапропеля Омской области — уникальный ресурс для устойчивого развития региона / И.А. Вяткин, О.И. Кузьмина // *Разведка и охрана недр.* — 2017. — № 2 — С. 17–20.
3. Закон Российской Федерации «О недрах», в редакции от 31.05.2-18 г. №122-ФЗ.
4. Закон Российской Федерации «О промышленной политике», в редакции от 31.12.2014 г. №488-ФЗ.
5. Закон Российской Федерации «О стратегическом планировании» от 28.06.2014 г. №172-ФЗ.
6. Крючкова, Е. Нацпроектам не хватает песка и щебня / Е. Крючкова // «Коммерсант». — 7.05.2019 г. — № 78 (6558).
7. Полеховский, Ю.С. Общераспространенные твердые полезные ископаемые: уч. пособие / Ю.С. Полеховский, С.В. Петров. — СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2018. — 222 с.
8. Садыков, Р.К. Проблемы минерально-сырьевого обеспечения строительного комплекса в Российской Федерации / Р.К. Садыков // *Строительные материалы.* — 2013. — № 3. — С. 41–48.
9. *Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г.* Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22.12.2018 г. №2914-р.

© Садыков Р.К., 2019

Садыков Равиль Касимович // tfit@inbox.ru // root@geolnerud.net

## ОХРАНА НЕДР И ЭКОЛОГИЯ

УДК 502.7:621.039

Святовец С.В. (ФГБУ «Гидроспецгеология»),  
Меркулов И.А., Сеелев И.Н., Сабаев Ю.И.,  
Шевченко И.В. (ФГУП «ГХК»)

### РЕШЕНИЕ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПЛОЩАДКИ РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ ФГУП «ГХК»

*На площадке размещения объектов использования атомной энергии предприятия исследована и охарактеризована совокупность процессов, явлений и факторов природного происхождения различной степени опасности по последствиям воздействия на объекты и окружающую среду, требующие постоянного мониторинга. В качестве потенциально опасных установлены следующие факторы: геодинамический, сейсмический, геотехнический. Необходимость проведения сейсмического, геодинамического и геотехнического мониторинга обусловлена требованиями регламентирующих документов Ростехнадзора.*  
**Ключевые слова:** промышленные объекты, мониторинг, воздействие природного и техногенного происхождения.

Svyatovets S.V. (Gidrospetsgeologia), Merkulov I.A., Seelev I.N., Sabaev Yu.I., Shevchenko I.V. (GKH)

THE SOLUTION TO INTEGRATED MONITORING FOR ENVIRONMENT AND SECURITY PLATFORMS OF PLACING OF OBJECTS OF USE OF ATOMIC ENERGY FSUE «GKHK»

*Sequence of processes, effects and factors of natural origin which have various hazardous impacts on installations, and the environment requiring permanent monitoring has been in-*

*vestigated and defined at nuclear facilities site. The following factors are considered to be potentially harmful factors: geodynamic, seismic, geotechnic. Need of seismic, geodynamic, and geotechnic monitoring is specified by the Rostekhnadzor's regulatory documents.* **Keywords:** production facilities, monitoring, impact of natural and industrial origin.

#### Введение

На площадке размещения объектов использования атомной энергии (ОИАЭ) ФГУП «ГХК» в ходе выполненных комплексных работ и исследований ближней зоны и территории промплощадки (Хафизов Р.Р. и др., отчет «Проведение дополнительных исследований тектонических и сейсмических характеристик района размещения промплощадки Изотопно-химического завода ФГУП «ГХК». Железногорск, 2012) была рассмотрена и всесторонне охарактеризована вся совокупность процессов, явлений и факторов природного происхождения различной степени опасности по последствиям воздействия на объекты и окружающую среду, требующие постоянного мониторинга.

Мониторинг — специально организованная и постоянно действующая система получения данных, сбора и анализа информации, формирования отчетности, проведения дополнительных информационно-аналитических обследований и оценки состояния, выявления тенденций развития. Цель мониторинга — точность и достоверность прогноза развития ситуации в природной среде и техносфере на основе объединения интеллектуальных, информационных и технологических возможностей различных ведомств и организаций, занимающихся вопросами мониторинга отдельных видов опасностей.

В качестве потенциально опасных факторов были установлены следующие:

— геодинамический — возможные горизонтальные и вертикальные движения блоков земной коры в районе размещения объектов;

— сейсмический — угроза землетрясения интенсивностью до 7,3 баллов по шкале MSK;

— геотехнический — изменение несущих свойств грунтов основания, могущее привести к неравномерным осадкам и деформации строительных конструкций зданий и сооружений.

В соответствии с НП-064-17 «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» различают три степени опасности процессов, явлений и факторов природного и техногенного происхождения по последствиям воздействия на окружающую среду:

I степень — особо опасный процесс (явление, фактор), характеризующийся максимально возможными для данного вида процесса значениями параметров и характеристик в заданном интервале времени и сопровождающийся катастрофическими последствиями для окружающей среды;

II степень — опасный процесс (явление, фактор), характеризующийся достаточно высокими (но не выше, чем известное максимальное значение для данного вида процесса) значениями параметров и характеристик в заданном интервале времени и сопровождающийся ощутимыми последствиями для окружающей среды;

III степень — не представляющий опасности процесс (явление, фактор), характеризующийся низкими значениями параметров и характеристик в заданном интервале времени и не сопровождающийся ощутимыми последствиями для окружающей среды.

Для объектов, расположенных на площадке предприятия и сопредельной с ней территории, в соответствии с номенклатурой внешних воздействий НП-064-17 были выделены и детально охарактеризованы фактически действующие или потенциально возможные факторы, способные реализоваться на площадке предприятия с вероятностью не менее 1 раза в 10 000 лет, процессы (явления, факторы) природного происхождения.

На территории ближней зоны и промплощадки предприятия организован и осуществляется контроль большей части природных геологических и инженерно-геологических процессов (явлений, факторов), способных оказать отрицательное воздействие на радиационно-опасные и ядерно-опасные объекты и тем самым нанести вред окружающей среде.

Установлены три класса площадок размещения ОИАЭ в зависимости от наличия/отсутствия на них внешних воздействий той или иной степени опасности:

— площадка ОИАЭ класса А — площадка, на которой отсутствуют внешние воздействия I и II степени опасности, но имеются внешние воздействия III степени;

— площадка ОИАЭ класса Б — площадка, на которой отсутствуют внешние воздействия I степени опасности, но имеются внешние воздействия II и III степени опасности;

— площадка ОИАЭ класса В — площадка, на которой имеются внешние воздействия I, II и III степени опасности.

Площадка размещения объектов ядерно-топливного цикла (ОЯТЦ) предприятия по степени опасности, реализующихся на ней и на прилегающей к ней территории природных процессов, явлений и факторов, относится к классу В. Следовательно, согласно НП-064-17 для промплощадки предприятия, имеющей класс опасности В, где возможны процессы и явления природного происхождения I и II степеней опасности в районе и на площадке размещения должен обеспечиваться сейсмический, геодинамический и геотехнический мониторинг параметров процессов и явлений природного происхождения, включенных в проектные основы, а также периодический контроль параметров факторов техногенного происхождения, включенных в проектные основы, на всех этапах жизненного цикла ОИАЭ.

**Цель сейсмического, геодинамического и геотехнического мониторинга параметров процессов и явлений природного происхождения I и II степеней опасности** на всех этапах жизненного цикла ОИАЭ, размещенных на площадке ФГУП «ГХК» — контроль опасных природно-техногенных факторов и защита зданий и сооружений, важных для безопасности ОИАЭ от их негативного воздействия методами:

— контроля геодинамических и сейсмо-деформационных факторов для исключения негативных последствий для населения и объектов посредством инструментального наблюдения за возможными современными движениями блоков земной коры в пределах ближней зоны и непосредственно на промплощадке ОИАЭ предприятия;

— контроля стабильности принятых в проекте геотехнических и гидрогеологических параметров грунтов в основании зданий (сооружений), важных для безопасности ОЯТЦ, и выявления негативных изменений инженерно-геологической среды, способных повлиять на безопасность и устойчивость ОЯТЦ в процессе сооружения, эксплуатации, реконструкции и расширения.

**Задачей сейсмического, геодинамического и геотехнического мониторинга** на площадке размещения ОИАЭ предприятия является контроль стабильности параметров проектной основы при сооружении и эксплуатации предприятия, и выявление негативных изменений геологической среды и инженерно-геологических условий.

В настоящей работе приняты следующие территориальные параметры:

— район размещения (дальняя зона) — территория с радиусом охвата 300 км вокруг ОИАЭ, включающая площадку, на которой определяются условия размещения ОИАЭ и возможны явления, процессы и фак-

торы природного и техногенного происхождения, способные оказывать влияние на безопасность ОИАЭ (НП-006-98, НП-050-03, НП-032-01);

— пункт размещения (ближняя зона) — территория с радиусом охвата 30 км вокруг ОИАЭ, включающая площадку, на которой определяются условия района размещения, способные оказывать влияние на безопасность ОИАЭ (НП-006-98);

— площадка размещения ОИАЭ — территория в пределах охраняемого периметра, где размещаются основные и вспомогательные здания и сооружения ЯРОО (РБ-019-01, НП-050-03).

Структура организации мониторинга процессов и явлений природного происхождения I и II степеней опасности на площадке размещения ОИАЭ согласно РБ-036-06 «Мониторинг инженерно-геологических условий размещения объектов ядерного топливного цикла» представляет собой блок-схему, включающую в себя четыре блока.

Блок 1 предусматривает наличие системы наблюдений:

— пунктов геодезических измерений вертикальных и горизонтальных деформаций территории площадки ОЯТЦ, зданий (сооружений) и оборудования, важных для безопасности ОЯТЦ;

— скважин и пунктов геотехнических и геофизических наблюдений для контроля физико-механических свойств грунтов в основании зданий (сооружений);

— скважин и пунктов для гидрогеологических наблюдений за режимом подземных вод.

Блок 2 включает систему обработки данных наблюдений, где предусматривается создание банка методик и программных средств для обработки измеренных параметров инженерно-геологической среды. В блок 3 входит система выдачи прогнозных данных, модели и программные средства, с помощью которых проводятся прогнозные расчеты и анализы. Блок 4 — система выдачи рекомендаций, базы данных, контролируемые параметры и характеристики инженерно-геологической среды.

#### **Организация геодинимического мониторинга**

В настоящее время на площадке и в пункте размещения ОИАЭ (территория в радиусе 30 км) согласно «Программе сейсмического, геодинимического и геотехнического мониторинга ФГУП «ГХК» осуществляется мониторинг геодинимических и сейсмотектонических условий методами высокоточных инструментальных наземных геодезических измерений, спутниковой геодезии [1] и сейсмических наблюдений с использованием малоапертурной сейсмической группы.

Объектами геодинимического мониторинга являются:

— геодинимические параметры геологической среды, а именно фактографические данные о скорости вертикальных и горизонтальных движений блоков земной коры;

— общие и локальные тренды динамики современной тектонической активности выделяемых в пределах

пункта размещения и промплощадки тектонических нарушений;

— критические величины геодинимических параметров, при достижении которых должны быть реализованы организационные и технические мероприятия обеспечения безопасности ОИАЭ предприятия.

Исходя из имеющихся представлений о блоковом строении и конфигурации выделенных тектонических нарушений (по результатам исследований) в пределах ближней зоны предприятия и в соответствии с целевым назначением мониторинга в состав системы геодинимического мониторинга входят:

— спутниковая планово-высотная наблюдательная сеть, охватывающая ближнюю зону и промплощадку предприятия;

— линейно-угловая сеть на основе локальных линейно-угловых построений, приуроченных к тектоническим нарушениям в пределах ближней зоны предприятия;

— нивелирный ход, пересекающий тектонические нарушения в пределах ближней зоны и промплощадки предприятия.

Основными тектоническими нарушениями в пределах пункта размещения объектов предприятия являются ориентированные в субмеридиональном направлении: Первый Красноярский, Муратовский, Атамановский, Правобережный и Большетельский разрывные нарушения. Кроме того, выделяется ряд субширотных нарушений (рис. 1). Выделяемые тектонические нарушения разбивают территорию ближней зоны на несколько крупных структурно-тектонических блоков. Для наблюдения за выделяемыми блоками было создано три вида специальных геодезических сетей в составе системы геодинимического мониторинга.

Расстояние между реперами определено строением блоковых структур пункта размещения и наличием ранее заложенных геодезических знаков и не превышает 2 км. Начало и конец нивелирного хода закреплены кустами из трех реперов.

Результаты измерений, полученные в ходе проведения геодинимического мониторинга, оцениваются комплексно в совокупности с результатами сейсмического мониторинга, проводимого по малоапертурной сети сейсмических станций. В ходе оценки результатов учитываются данные о геолого-тектонических и природно-климатических особенностях пункта и района размещения объектов предприятия [3].

#### **Организация сейсмического мониторинга**

Система сейсмического мониторинга согласно РБ-142-18 «Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно и радиационно опасных объектов» территориально приурочена к промплощадке предприятия и ее ближней зоне. В ходе сейсмического мониторинга регистрируются различные виды источников сейсмических сигналов, которые технически могут быть зафиксированы посредством сейсмических станций, входящих в малоапертурную сейсмическую группу. Регистрируемые системой сейсмические

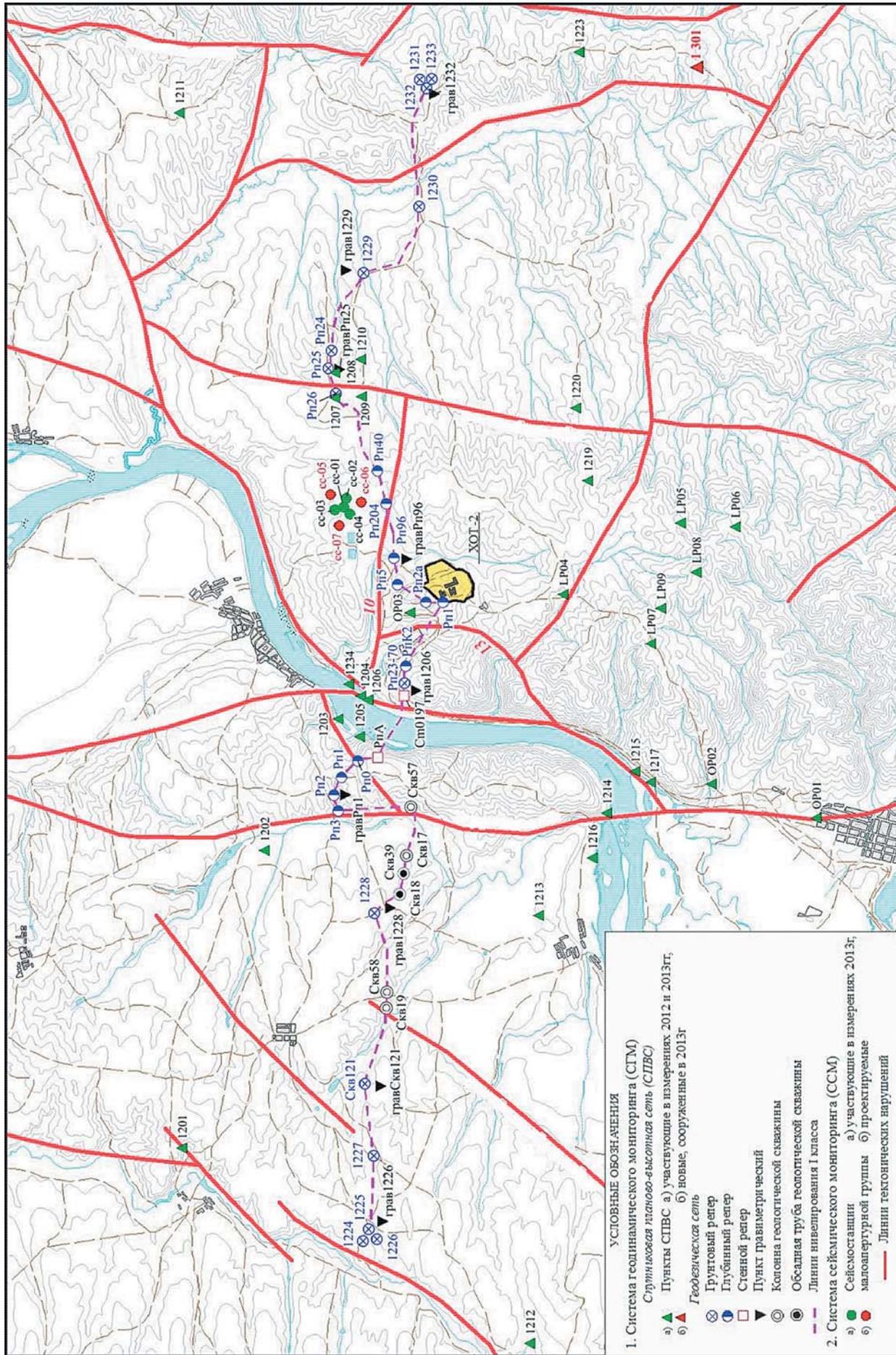


Рис. 1. Обзорная схема размещения сети геодинамического и сейсмического мониторинга ближней зоны промплощадки

сигналы условно можно разделить на две группы: сигналы, вызванные антропогенными источниками и сигналы, вызванные природными источниками. Среди наиболее распространенных антропогенных источников выделяются карьерные взрывы, работа наземного транспорта и оборудования.

Зарегистрированы и идентифицированы основные виды природных источников сейсмических сигналов:

- телесеismicические землетрясения — удаленные землетрясения с очагом, удаленным от малоапертурной сейсмической группы на расстояние более 300 км;
- региональные землетрясения — землетрясения с очагом, удаленным от малоапертурной сейсмической группы на расстояние от 30 до 300 км;
- местные сейсмические события — преимущественно техногенного (взрывного) происхождения.

С магнитудами 2,7–3,0 регистрируются на расстояниях до 400 км. Для источников событий с магнитудами 0,7–1,0 диапазон регистрации заключается в радиусе 100 км;

- локальные землетрясения — с очагом, удаленным от малоапертурной сейсмической группы на расстояние от 30 км.

Таким образом, объектами сейсмического мониторинга являются:

- геодинамические параметры геологической среды в ближней зоне размещения объектов предприятия, а именно, фактографические данные о параметрах и генезисе фиксируемых малоапертурной сейсмической группой сейсмических событий, которые могут рассматриваться в качестве признаков наличия движения блоков земной коры;

- общие и локальные тренды пространственной локализации сейсмических событий разного генезиса и энергетического класса в пределах пункта размещения и промплощадки предприятия;

- критические величины геодинамических параметров, при достижении которых должны быть реализованы организационные и технические мероприятия обеспечения безопасности объектов предприятия.

При размещении малоапертурной сейсмической группы принимались во внимание требования РБ-142-18 «Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно и радиационно опасных объектов», рекомендации Института динамики геосфер РАН РФ с учетом следующих ограничений:

- площадка размещения малоапертурной сейсмической группы должна быть не дальше 2,0–2,5 км от промплощадки размещения контролируемых ОИАЭ, уровень техногенных шумов (транспорт, компрессорные станции, стройки и т.п.) должен быть по возможности минимизирован;

- постамент для установки сейсмического датчика рекомендуется организовывать на выходах коренных пород, гипсометрический уровень точек размещения сейсмостанций не должен варьировать более чем на 10 м.

Малоапертурная сейсмическая группа включает в себя две системы: система регистрации сейсмологиче-

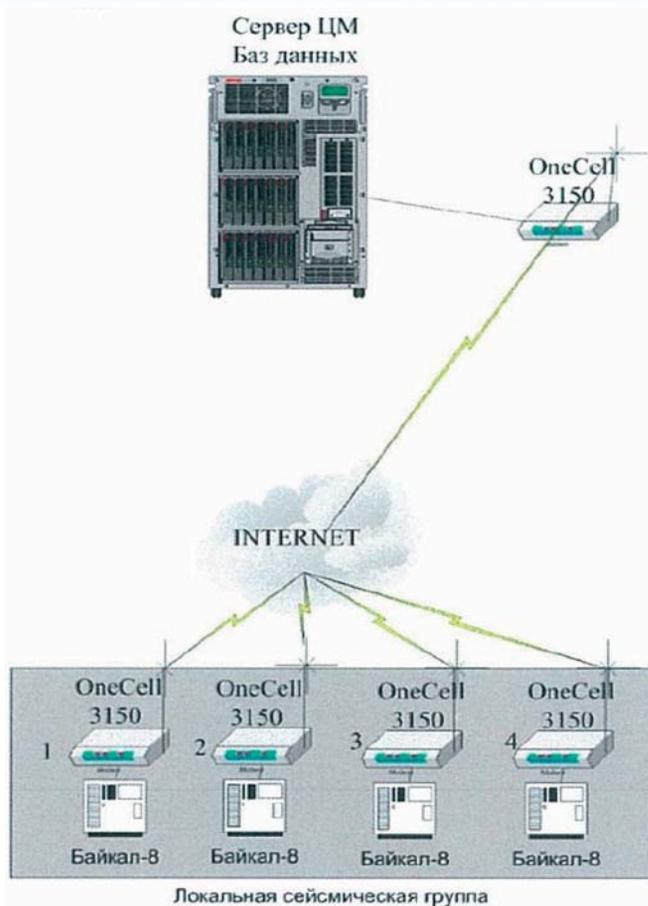


Рис. 2. Структурная схема сбора и передачи сейсмических данных

ской информации и система хранения и передачи сейсмологической информации. На рис. 2 представлена схема передачи и сбора сейсмических данных. Сейсмический мониторинг с использованием малоапертурной сейсмической группы выполняется в непрерывном режиме.

Обработка цифровых записей начинается с качественного анализа с целью определения типа события: является ли землетрясение местным (локальным), близким (региональным) или удаленным (телесеismicическим). Дальнейшее использование результатов обработки определяет центр мониторинга, например, при построении карт распределения сейсмических событий по территории, при создании статистических характеристик — количество, периодичность, распределение по энергии, общая выделившаяся энергия за период и др. Исходя из требований НП-064-17, формируется система оценки результатов, получаемых в ходе ведения сейсмического мониторинга. Необходимо отметить, что сейсмические и тектонические явления и процессы тесно и неразрывно связаны, что определяет во всех случаях комплексный подход к формированию системы оценок [2] результатов мониторинга.

#### Организация геотехнического мониторинга

Одним из важных факторов, влияющих на безопасную эксплуатацию ОИАЭ, является надежность грунтового основания зданий и сооружений, которая опре-

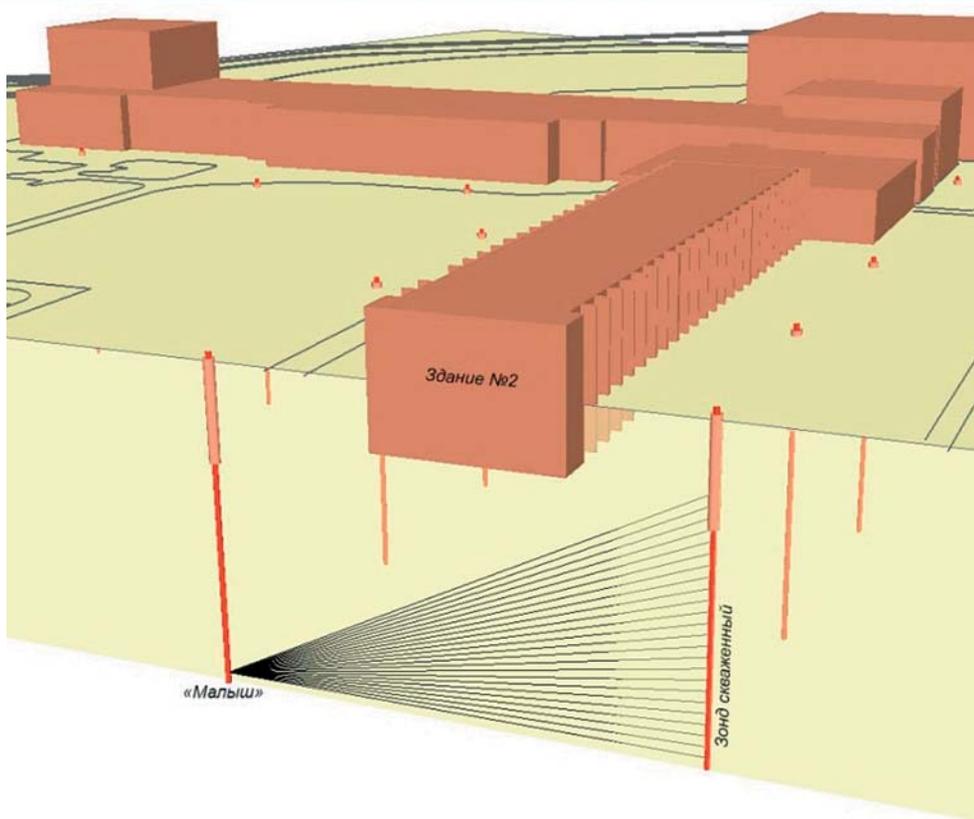


Рис. 3. Схема межквартирного сейсмического просвечивания при единичном возбуждении

деляется соответствием реальных параметров грунтов параметрам, принятым для расчетов строительных конструкций в проектных основах зданий. Такое соответствие реальных параметров грунтов параметрам, принятым в проектных основах зданий, устанавливается в ходе ведения геотехнического мониторинга инженерно-геологических условий.

Цель геотехнического мониторинга — своевременное выявление отклонений в поведении грунтов основания зданий с последующей корректировкой или разработкой специальных проектных решений в случае выявления отклонений от проектных характеристик.

Система геотехнического мониторинга объекта и прилегающего к нему подземного пространства включает несколько локальных подсистем:

- визуальные наблюдения;
- инструментальные наблюдения (геодезические, геофизические);
- инженерно-геологические исследования;
- наблюдения за изменением гидрогеологического режима подземных вод.

В составе работ по организации и проведению геотехнического мониторинга выделяются два самостоятельных этапа: проходка и оборудование наблюдательных скважин, геофизические наблюдения в скважинах и в околоскважинном пространстве. Глубина скважин определяется необходимостью вскрытия активной зоны воздействия фундаментов и строительных конструкций здания на грунты основания.

Геофизические наблюдения проводятся с целью:

- уточнения строения массива пород на площадках расположения зданий вне их контуров по скоростям продольных (P) и поперечных (S) волн;

- уточнения строения массива пород в межквартирном пространстве под существующими фундаментами зданий по скоростям продольных (P) и поперечных (S) волн;

- получения характеристик сейсмического разреза (сейсмической модели) на поверхности площадки и на глубине заложения фундамента здания для дальнейшего использования моделей при расчете количественных характеристик возможных сейсмических воздействий, что позволяет учесть влияние конкретных местных условий и свойств грунтов на амплитудный

уровень и частотный состав колебаний от наиболее опасных для площадки землетрясений.

Геотехнический мониторинг включает периодическое определение количественных характеристик грунтов под основанием наиболее ответственных зданий и сооружений, где за счет действия различных

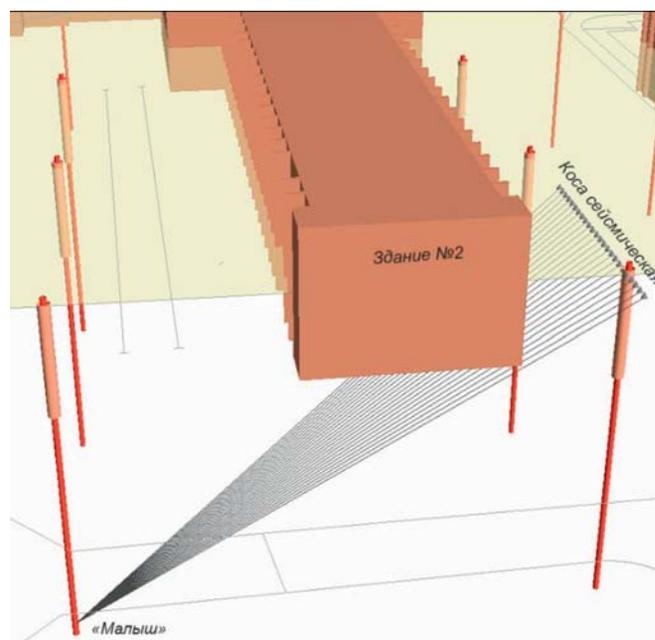


Рис. 4. Схема сейсмоторпедирования — «заполнения» лучами межквартирного пространства при единичном возбуждении

факторов, как правило, связанных с подземными водами, могут протекать процессы разуплотнения грунтового основания (суффозия и т.п.). Результаты мониторинга используются для контроля соответствия реальных параметров грунтового основания здания параметрам, заложенным в проектные основы. В рамках мониторинга применяются геофизические методы сейсмического торпедирования и сейсмоакустического «просвечивания» грунтового массива, служащего основанием для здания.

Задача исследований — выявление и контроль отклонений в поведении грунтов основания зданий от проектных характеристик на основе геофизических методов. Для решения данной задачи используется комплекс скважинных геофизических методов:

— межскважинное сейсмическое просвечивание с пневмоисточником между тремя парами скважин возле каждого здания;

— сейсмическое просвечивание массива пород при расположении линий приема на поверхности и источника колебаний в скважине на различных глубинах — «сейсмическое торпедирование».

Сочетание разночастотных методов с использованием упругих волн характеризуется термином «сейсмоакустические исследования» и включает измерение скоростей продольных и поперечных волн на сейсморазведочных частотах 40–150 Гц и частотах 100–250 Гц при сейсмическом просвечивании с пневмоисточником. При сейсмическом просвечивании прижимный 24-канальный сейсмический зонд фиксируется в стволе одной из скважин, а пневмоисточник «Малыш» перемещается по другой (рис. 3). Пневмоисточник (воздушная пушка) представляет собой камеру, в которую накачивается из баллона сжатый воздух. При достижении давления в камере около 140 атмосфер происходит гидравлический удар в водной среде, от которого распространяются упругие волны, в том числе и в направлении наблюдательной скважины. Шаг перемещения пневмоисточника по стволу скважины составляет 2 м, при этом в условиях сильных шумов для накопления полезного сигнала проводится серия возбуждений в одном пункте.

Сейсмическое торпедирование (СТ) массива пород выполняется посредством расположения линий приема на поверхности и источника колебаний в скважине на различных глубинах (рис. 4). Шаг перемещения пневмоисточника по стволу скважины составляет 2 м.

Результатом работ в рамках геотехнического мониторинга является получение детальных скоростных характеристик геологических разрезов, что составляет обобщенный вертикальный сейсмический профиль грунтов (модель) на поверхности площадки и под фундаментом зданий.

#### **Заключение**

Таким образом, на территории ближней зоны и промплощадки предприятия в соответствии с требованиями нормативных документов Ростехнадзора организован и осуществляется контроль природных геологических и инженерно-геологических процессов (яв-

лений, факторов), способных оказать отрицательное воздействие на ОИАЭ, тем самым предотвращается возможный вред окружающей среде.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Антонович, К.М. Спутниковый мониторинг земной поверхности / К.М. Антонович, А.П. Карлик, А.Н. Клепиков // Геодезия и картография. — 2004. — № 1. — С. 4–11.
2. Бугаев, Е.Г. Оценка эффективных деформационных и прочностных характеристик среды в очагах землетрясений / Е.Г. Бугаев, А.А. Спивак / Нестационарные процессы в верхних и нижних оболочках Земли (геофизика сильных возмущений): Сб. научных трудов. — М., 2002. — С. 77–85.
3. Герман, В.И. Центральные и южные районы Красноярского края / В.И. Герман, В.Г. Осеев // Геофизическая служба. Землетрясения России в 2010 г. РАН. — Обнинск, 2012. — С. 82–84.

© Коллектив авторов, 2019

Святовец Сергей Владимирович // ssv@msnr.ru  
Меркулов Игорь Александрович // atomlink@mcc.krasnoyarsk.su  
Сеелев Игорь Николаевич // atomlink@mcc.krasnoyarsk.su  
Сабаев Юрий Иванович // atomlink@mcc.krasnoyarsk.su  
Шевченко Ирина Васильевна // shiv@mcc.krasnoyarsk.su

УДК: 662.341.012: 662.85

**Голки В.И.<sup>1</sup>, Комащенко В.И.<sup>2</sup>, Ляшенко В.И.<sup>3</sup>**  
**(1 — Геофизический институт ВНЦ РАН,**  
**Владикавказского научного центра РСО–Алания,**  
**2 — Белгородский государственный национальный**  
**исследовательский университет (НИУ БелГУ),**  
**3 — ГП «УкрНИПИПромтехнологии», г. Желтые Воды,**  
**Украина)**

#### **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ОХРАНА НЕДР ПРИ КОМБИНИРОВАННОЙ РАЗРАБОТКЕ РУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

*Приведены основные научные и практические результаты рационального использования и охраны недр при комбинированной разработке рудных месторождений с учетом геомеханических напряжений. Описаны результаты производства открытых и подземных работ с учетом полноты использования недр под влиянием природных и техногенных напряжений. Определены основные факторы риска комбинирования технологий и обозначены меры снижения риска путем оценки геомеханического состояния, прогнозирования его изменения в ходе разработки месторождения, а также контроля развития деформационных процессов и управления ими. **Ключевые слова:** рудные месторождения, технологии разработки, охрана недр, эффективность.*

Golik V.I.<sup>1</sup>, Komazhchenko V.I.<sup>2</sup>, Lyashenko V.I.<sup>3</sup> (1 — Geophysical Institute of VSC RAS, Vladikavkaz Scientific Center of RNO-Alania, 2 — Belgorod State National Research University, 3 — UkrNIPPromtehnologii, Zheltye Vody, Ukraine)

#### **RATIONAL USE AND PROTECTION OF SURFACES IN COMBINED DEVELOPMENT OF ORE DEPOSITS**

*The main scientific and practical results of the rational use and protection of subsoil resources in the combined development of ore deposits, taking into account geomechanical*