

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий выпуск журнала “Наука и технологические разработки” посвящен весьма актуальной проблеме – мониторингу опасных природных процессов. Он представляет собой вторую часть тематического собрания статей “Прецизионный геофизический мониторинг природных опасностей”. В первой части описаны разработки прецизионных приборов и технологий<sup>1</sup>, а в этом выпуске представлены статьи, посвященные вопросам геофизического мониторинга природных опасностей для объектов использования атомной энергии, а также ядерно и радиационно опасных объектов. При этом круг рассматриваемых природных опасностей ограничен сейсмическими воздействиями и современными движениями земной коры (СДЗК) в виде медленных дифференцированных перемещений земной поверхности.

В первой статье номера, авторами которой является большая группа специалистов во главе с Р.Э. Татевосяном, описана технология адаптивной системы мониторинга сейсмичности в районах размещения объектов использования атомной энергии. Она была разработана для детального изучения сейсмичности локальных зон при решении задач оценки сейсмической опасности площадок размещения АЭС, находящихся в очень разных климатических условиях. Особенность представленной в статье технологии состоит в возможности ее быстрой переориентации при смене целевых приоритетов проводимых исследований. Под сменой приоритетов понимается, например, переход от рекогносцировочных исследований общей картины распределения сейсмичности на исследуемой территории к длительному прецизионному мониторингу локальной сейсмичности с целью выявления возможных сейсмогенерирующих структур и их детального изучения. Дополнительную гибкость системе придает возможность объединения в одну сеть телеметрических и автономных сейсмических станций. В статье приведены примеры, иллю-

стрирующие успешное применение системы для сейсмического мониторинга площадки АЭС в Бангладеш.

В статье В.Н. Татарина с соавторами описаны основные принципы разработанной методологии локальных геодинамических наблюдений с помощью глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС) на объектах использования атомной энергии, включая планирование оптимальной схемы наблюдательных сетей, режим полевых наблюдений, способы обработки данных и т.п. В статье приведен обзор систем (геодинамических полигонов) и результатов наблюдений за СДЗК, выполненных в 1995–2002 гг. в районах размещения Нововоронежской, Калининской и Ростовской АЭС. Большое внимание уделено описанию созданного геодинамического полигона для наблюдений за СДЗК в районе строительства в Красноярском крае глубинного хранилища высокоактивных радиоактивных отходов. Показано, что локальные наблюдения имеют принципиальные отличия от наблюдений на глобальном уровне, предложена методика учета масштабного пространственно-временного эффекта, искажающего абсолютные величины скоростей деформаций земной коры. С помощью этой методики удалось получить оценки воздействия СДЗК на сохранность изоляционных свойств массивов, что имеет огромную практическую ценность для обеспечения безопасности захоронения радиоактивных отходов. Авторы разработали методологию районирования территорий по кинематическим характеристикам блоков земной коры, используя для этого результаты ГНСС-наблюдений, и успешно применили ее на практике. И завершая рассмотрение этой, казалось бы, самой что ни на есть прикладной работы, нельзя не отметить ее «побочный» выход, имеющий большое значение для фундаментальной науки. Имеются в виду два результата: 1) значения скоростей горизонтальных смещений земной поверхности в зоне сопряжения Сибирской платформы и Западно-Сибирской плиты, впервые полученные с помощью прецизионных измерений, и 2) обнаруженный циклический характер геодинамического режима со сменой знака деформаций сжатия и растяжения верхней части земной коры. Это можно рассматривать как хороший пример

<sup>1</sup> Прецизионный геофизический мониторинг природных опасностей. Часть 1. Приборы и технологии [Тематический выпуск] / Ред.: В.В. Погорелов, А.Я. Сидорин // Наука и технологические разработки. 2018. Т. 97, № 1. DOI: 10.21455/std2018.1

использования прикладных работ для получения фундаментальных результатов.

В третьей статье рассмотрены проблемы оценки сейсмической опасности для объектов использования атомной энергии в восточной части Фенноскандинавского щита – на территории Кольского п-ова, Карелии и Карельского перешейка. Основное внимание уделено проблеме учета палеосейсмодислокаций, точнее – определенным по ним палеоземлетрясениям. Обнаружение на всем протяжении рассматриваемой территории с Ленинградской области на юге до северного побережья Кольского п-ова на севере многочисленных палеодислокаций, интерпретируемых как проявления мощных палеоземлетрясений интенсивностью до 9–10 баллов, ставит вопрос о необходимости кардинального пересмотра существующих оценок сейсмической опасности для расположенных на этой территории объектов использования атомной энергии, в частности Кольской АЭС. Приведены примеры принципиальных различий интерпретации палеодислокаций этого региона разными группами исследователей. Поэтому, ввиду чрезвычайной важности возникшей проблемы, в статье предлагается, по крайней мере в наиболее ответственных случаях, развить альтернативные подходы к исследованиям природы дислокаций и определению их параметров, привлекая для этого экспертов из разных научных школ. Кроме того, необходимо привлекать для выявления сейсмогенерирующих зон возможных палеоземлетрясений разнообразные геофизические методы, в частности в статье дана высокая оценка мониторингу с помощью работающей на Кольском п-ове малоапертурной сейсмической группы. Вторая поднимаемая в статье проблема связана с тем, что до сих пор из-за отсутствия региональных параметрических моделей излучения и распространения сейсмических волн при оценках сейсмических воздействий в регионе используются среднемировые корреляционные зависимости, которые, и это можно утверждать заранее, сильно отличаются от зависимостей, которые следовало бы использовать для данного региона. Речь, в частности, идет о сбрасываемых в очаге напряжениях и спектральных характеристиках излучаемых при землетрясениях волн, параметрах их затухания, добротности среды. Также предполагается высокочастотный характер сейсмических воздействий в регионе. На основании сопоставления собст-

венных частот используемого на Кольской АЭС оборудования с данными регистрации относительно слабых землетрясений в схожей тектонической обстановке высказано опасение о возможности возникновения на Кольской АЭС опасных для ее функционирования резонансных явлений. И это третья проблема. Четвертая проблема связана с очень большим количеством взрывов на фоне крайне низкой сейсмичности территории. Для идентификации взрывов сотрудники КоФ ФИЦ ЕГС РАН весьма успешно используют комплексный сейсмоинфразвуковой мониторинг.

Резюмируя изложенное, следует отметить, что при относительно небольшом объеме номер освещает довольно широкий круг проблем, связанных с обеспечением безопасности объектов использования атомной энергии, а также ядерно и радиационно опасных объектов. В частности, приведена информация об используемом на Кольской АЭС оборудовании, его резонансных свойствах, перспективах ее развития, сроках возведения Кольской АЭС-2 и оборудовании, которое будет на ней использоваться. Вопросы безопасности обсуждаются на примере мониторинга в районе Калининской, Кольской, Нововоронежской и Ростовской АЭС. Помимо безопасности объектов использования атомной энергии в виде АЭС, например пункта глубинного захоронения высокоактивных радиоактивных отходов в Красноярском крае рассматриваются проблемы обеспечения ядерно и радиационно опасных объектов. Если применительно к АЭС рассматриваются проблемы сейсмоустойчивости оборудования, в пункте захоронения радиоактивных отходов во главу угла поставлены проблемы сохранности естественных изоляционных свойств породных массивов. В вопросах обеспечения безопасности объектов использования атомной энергии, а также ядерно и радиационно опасных объектов ключевая позиция отводится мониторингу, причем мониторингу прецизионному, с использованием современных технологий и аппаратурно-методических средств, обеспечивающих высокую точность измерений. В частности, описаны технология адаптивной системы мониторинга сейсмичности в самых разных климатических условиях, малоапертурные сейсмические группы, методы космической геодезии с помощью ГНСС. Работа выполнена по госзаданию ИФЗ РАН, тема 0144-2014-0098.

*А.Я. Сидорин*