ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДОКУМЕНТЫ

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 27 ноября 2018 г. № 592

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ЯДЕРНО И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ
РБ-142-18

Введено в действие
с 27 ноября 2018 г.

Москва 2019

gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru

СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ РАЗМЕЩЕНИЯ ЯДЕРНО И РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ (РБ-142-18)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору

Москва, 2019

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно и радиационно опасных объектов» (РБ-142-18)* разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований пункта 1.2.9 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 522; главы 6 и приложений № 3, 4, 5 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» (НП-064-17), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 ноября 2017 г. № 514 (зарегистрирован Минюстом России 29 декабря 2017 г., регистрационный № 49461); пунктов 2.5, 3.8 и приложения № 2 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» (НП-031-01), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 19 октября 2001 г. № 9; пунктов 3.1, 3.2, 4.1 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-032-01), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 8 ноября 2001 г. № 10; пунктов 2.5, 2.6, 4.1 «Размещение пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-060-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 августа 2005 г. № 3; пункта 2.7 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-050-03), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 31 декабря 2003 г. № 11; пунктов 3.12, 5.7 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла» (НП-016-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 июля 2014 г. № 326 (зарегистрировано в Минюсте России 28 августа 2014 г., регистрационный № 33890).

Содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по выполнению местного (локального) сейсмологического мониторинга для обоснования безопасного размещения объектов использования атомной энергии в пределах целикового тектонического блока, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами (потенциальными зонами ВОЗ), а также рекомендации по контролю стабильности параметров сейсмического режима района размещения, параметров проектного землетрясения и максимального расчетного землетрясения на площадке по результатам проведения сейсмологического мониторинга при размещении, сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

Предназначено для применения организациями, осуществляющими инженерные изыскания и исследования по определению сейсмичности района и площадки, а также выполняющими обоснование безопасности зданий и сооружений, сейсмостойкости систем и элементов объектов использования атомной энергии.

Разработано с учетом рекомендаций следующих документов МАГАТЭ:

– IAEA-TECDOC-343. Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting. International Atomic Energy Agency. Vienna. 1985;

– Regulatory Guide 1.12. Nuclear Power Plant Instrumentation for Earthquakes. U.S. Nuclear Regulatory Commission. 1997.

Выпускается впервые.

---

* Разработано в ФБУ «НТЦ ЯРБ» при участии: Бугаева Е. Г., Малофеева А. А. (ФБУ «НТЦ ЯРБ»), Кишкиной С. Б. (отв. исп. ИДГ РАН), Бугаевского А. Г. (ПАО «РусГидро»).

При разработке учтены замечания и предложения Ростехнадзора, предприятий Госкорпорации «Росатом» (АО ИК «АСЭ», АО «АТОМПРОЕКТ», АО «Концерн Росэнергоатом», АО «Атомэнергопроект»), ФГБУН ИГЭ РАН, ФГБУН ИДГ РАН, ФГБУН ИТПЗ РАН, ФГБУН ИФЗ РАН, ФГБУН ГЦ РАН, ПАО «РусГидро», ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ).

gost.e-ecolog.ru

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Сейсмологический мониторинг участков размещения ядерно и радиационно опасных объектов» (РБ-142-18) (далее – Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» в целях содействия соблюдению требований пункта 1.2.9 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» (НП-001-15), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 17 декабря 2015 г. № 522; главы 6 и приложений № 3, № 4, № 5 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Учет внешних воздействий природного и техногенного происхождения на объекты использования атомной энергии» (НП-064-17), утвержденных приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 30 ноября 2017 г. № 514 (зарегистрирован Минюстом России 29 декабря 2017 г., регистрационный № 49461); пунктов 2.5, 3.8 и приложения № 2 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций» (НП-031-01), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 19 октября 2001 г. № 9; пунктов 3.1, 3.2, 4.1 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-032-01), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 8 ноября 2001 г. № 10; пунктов 2.5, 2.6, 4.1 «Размещение пунктов хранения ядерных материалов и радиоактивных веществ. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-060-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 31 августа 2005 г. № 3; пункта 2.7 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Размещение ядерных установок ядерного топливного цикла. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности» (НП-050-03), утвержденных постановлением Госатомнадзора России от 31 декабря 2003 г. № 11; пунктов 3.12, 5.7 федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Общие положения обеспечения безопасности объектов ядерного топливного цикла» (НП-016-05), утвержденных постановлением Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 июля 2014 г. № 326 (зарегистрированы в Минюсте России 28 августа 2014 г., регистрационный № 33890).

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по выполнению местного (локального) сейсмологического мониторинга для обоснования безопасного размещения объектов использования атомной энергии в пределах целикового тектонического блока, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами (потенциальными зонами ВОЗ), а также рекомендации по контролю стабильности параметров сейсмического режима района размещения, параметров проектного землетрясения и максимального расчетного землетрясения на площадке по результатам проведения сейсмологического мониторинга при размещении, сооружении, эксплуатации и выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии.

3. Настоящее Руководство по безопасности предназначено для применения организациями, осуществляющими инженерные изыскания и исследования по определению сейсмичности района и площадки, а также выполняющими обоснование безопасности зданий и сооружений, сейсмостойкости систем и элементов объектов использования атомной энергии.

4. Требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии могут быть выполнены с использованием иных способов (методов) сейсмологического мониторинга, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при обосновании достаточности выбранных способов (методов) для обеспечения безопасности.

5. Настоящее Руководство по безопасности не распространяется на общее сейсмическое районирование, сейсмическое микрорайонирование площадки, систему индустриальной сейсмической защиты и систему регистрации сильных движений грунта на площадке объекта использования атомной энергии.

6. При организации стационарной постоянно действующей системы сейсмологического мониторинга и анализе результатов наблюдений рекомендуется учитывать данные государственной системы сейсмологического мониторинга на территории Российской Федерации, выполняемого в районе размещения площадки объекта использования атомной энергии.

gost.e-ecolog.ru

7. Сейсмологический мониторинг рекомендуется проводить на всех этапах жизненного цикла объекта использования атомной энергии (размещение, сооружение, эксплуатация, продление срока эксплуатации, реконструкция и вывод из эксплуатации). Систему сейсмологического мониторинга рекомендуется организовывать таким образом, чтобы она обладала способностью к модернизации в течение проектного периода и сверхпроектного срока эксплуатации объекта использования атомной энергии.

8. Рекомендуется разрабатывать программу проведения сейсмологического мониторинга, в которой следует обосновывать состав работ, используемую аппаратуру, методику измерений, чувствительность системы сейсмологического мониторинга, позволяющую решать задачи сейсмологического мониторинга в районе размещения и на площадке для обоснования безопасности объекта использования атомной энергии, в которой также рекомендуется обосновывать состав и сроки предоставления отчетных материалов.

9. Перечень сокращений, использованных в настоящем Руководстве по безопасности, приведен в приложении № 1. Термины и определения – в приложении № 2.

II. Цели и задачи сейсмологического мониторинга. Состав работ

10. Основные цели сейсмологического мониторинга:

подтверждение безопасного размещения ОИАЭ в пределах целикового тектонического блока, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами (потенциальными зонами ВОЗ);

контроль стабильности параметров сейсмического режима и получение исходных данных для контроля стабильности параметров ПЗ и МРЗ.

11. Основные задачи сейсмологического мониторинга:

обеспечение более высокой чувствительности наблюдений по сравнению с чувствительностью, которая обеспечивается для района размещения ОИАЭ имеющимися региональными системами сейсмологических наблюдений или сетью ГС РАН;

получение сейсмологических данных (каталогов сейсмических событий), позволяющих контролировать активность основных зон ВОЗ, параметры графиков повторяемости сейсмического режима района и площадки ОИАЭ (контроль параметров ПЗ и МРЗ, принятых в проекте).

12. При достижении контролируемыми параметрами критических величин, принятых в проекте, исполнителю работ по сейсмологическому мониторингу рекомендуется немедленно проинформировать об этом руководство ОИАЭ и заказчика работ.

13. Рекомендуется обеспечивать непрерывное проведение сейсмологического мониторинга с постоянной оценкой реальной чувствительности выбранной системы наблюдений.

14. При проведении работ рекомендуется использовать отвечающие современным требованиям сейсмологические средства измерений, методики регистрации, средства обработки и анализа данных.

15. Результаты сейсмологического мониторинга рекомендуется учитывать при обосновании безопасного размещения ОИАЭ в пределах целикового тектонического блока, ненарушенного активными разломами и геодинамическими зонами; получении исходных данных для сейсмостойкого проектирования ОИАЭ, стабильности параметров сейсмического режима и получении исходных данных для контроля стабильности параметров ПЗ и МРЗ при сооружении, эксплуатации, выводе из эксплуатации ОИАЭ, а также при работах по продлению срока эксплуатации и реконструкции.

16. По результатам сейсмологического мониторинга рекомендуется уточнять положение ранее выделенных геодинамических и сейсмотектонических зон района размещения и площадки ОИАЭ, определять параметры сейсмического режима, выполнять инструментальную оценку характеристик и параметров сейсмичности района размещения и площадки ОИАЭ.

17. Если по результатам сейсмологического мониторинга в районе размещения ОИАЭ наблюдается изменение локализации, направленности и скорости развития сейсмического режима, то для оценки возможного влияния этих изменений на ОИАЭ рекомендуется анализировать результаты всех видов мониторинга в районе размещения ОИАЭ. Например, результаты геодезических наблюдений за современными движениями земной коры, геофизического мониторинга напряженно-деформированного состояния и свойств земной коры, гидрогеодинамического и геохимического мониторинга подземных вод, мониторинга газовых аномалий.

gost.e-ecolog.ru

18. В состав работ по организации и проведению сейсмологического мониторинга района размещения и площадки ОИАЭ рекомендуется включать:

1) анализ архивных и фондовых материалов по геодинамическим, неотектоническим, тектоническим, сейсмотектоническим, сейсмическим данным, а также технико-экономическим и другим условиям территории размещения площадки ОИАЭ и анализ результатов предыдущих сейсмологических наблюдений в районе размещения ОИАЭ;

2) выбор системы сейсмологического мониторинга (средств измерений и методики измерений), соответствующих условиям района размещения и площадки ОИАЭ, при этом следует обосновывать эффективность применения выбранной системы сейсмологического мониторинга в данных геодинамических и сейсмических условиях размещения ОИАЭ;

3) графики поверки и методику технического обслуживания средств измерений в соответствии с регламентами технического обслуживания и действующим законодательством в области метрологии;

4) обоснование выбранных мест установки средств измерений и организации пунктов регистрации;

5) регистрацию сейсмических данных в непрерывном режиме, контроль качества получаемой информации, при этом следует обосновывать необходимую для решения поставленных задач чувствительность системы сейсмических наблюдений;

6) анализ зарегистрированных сигналов и параметров их источников с выполнением:

оценки основных параметров сигнала (амплитуда, период, продолжительность) и источника (местоположение, локальная магнитуда, моментная магнитуда с учетом параметров очага);

вычисления спектральных характеристик;

описания алгоритмов обработки данных;

7) пространственное и временное распределение источников зарегистрированных землетрясений;

8) формирование базы сейсмологических данных;

9) анализ характера проявления геодинамически активных зон, тектонических структур района ОИАЭ в местной сейсмичности на основе результатов картирования зарегистрированных местных (локальных) землетрясений и сопоставления с другими имеющимися (доступными) данными геодинамического мониторинга;

10) протокол работы сейсмических станций;

11) составление отчетной документации.

III. Критерии выбора методики и инструментальных средств ведения сейсмологического мониторинга, соответствующего условиям размещения площадки ОИАЭ

19. При выборе методики и соответствующих средств измерений рекомендуется обеспечивать максимальную чувствительность системы сейсмологических наблюдений не выше $M = 1$, позволяющей решать задачи сейсмологического мониторинга в районе размещения и на площадке ОИАЭ для обоснования безопасности ОИАЭ. Пример обоснования чувствительности сейсмологического мониторинга, позволяющего получать исходные данные для обоснования безопасности ОИАЭ, приведен в приложении № 3 настоящего Руководства по безопасности.

20. Для обеспечения требуемой чувствительности и разрешающей способности системы сейсмологического мониторинга в программе работ рекомендуется обосновывать использование плотной сети сейсмических станций, организацию сети скважинных сейсмических наблюдений с максимально возможным заглублением (порядка 100 м и более), применение методики группирования. В условиях высокого фона помех и слабой сейсмической активности рекомендуется одновременное выполнение наблюдений сетью сейсмических станций и малоапертурной сейсмической группой.

21. При наличии в районе размещения ОИАЭ региональной сейсмологической системы наблюдений рекомендуется, чтобы чувствительность системы сейсмологического мониторинга обеспечивала возможность регистрации более слабых сейсмических событий в ближнем районе размещения и на площадке ОИАЭ, чем существующая региональная система.

22. Рекомендуется все пункты наблюдения оснащать однотипными сейсмическими датчиками и системой регистрации.

gost.e-ecolog.ru

23. Рекомендуется, чтобы частотный диапазон выбранных средств измерений охватывал весь необходимый сейсмический диапазон (в зависимости от поставленных задач) и мог обеспечить как регистрацию сильных сейсмических сигналов, так и слабых сейсмических событий и шумов в исследуемом районе. При необходимости регистрации удаленных землетрясений рекомендуется как минимум один пункт наблюдения оснащать широкополосными средствами измерений.

24. Рекомендуется использовать следующие параметры сейсмических каналов:

рабочий частотный диапазон 0,5 – 50 Гц;

частота опроса – 200 Гц;

динамический диапазон 120 дБ;

точность привязки к меткам времени – 10 мс.

IV. Выбор мест установки сейсмических станций

25. Для выбора мест установки сейсмических станций рекомендуется проводить анализ фондовых и опубликованных материалов по геологии, геоморфологии, тектонике, глубинному строению, новейшим, четвертичным и современным движениям земной коры, палеосейсмодислокациям, геофизике, сейсмологии, новейшей сейсмичности района.

26. В качестве основы для выбора мест установки сейсмических станций рекомендуется использовать предварительные схемы блочно-иерархического строения района размещения и площадки ОИАЭ. При выборе пунктов наблюдения рекомендуется учитывать результаты дистанционных исследований, геоморфологического анализа с учетом геолого-геофизических данных и данных по современным движениям земной коры, отражающих пространственное положение и неотектоническую, четвертичную и современную активность геодинамических зон, активных структур и ослабленных зон разломов в районе размещения и на площадке ОИАЭ.

27. При выборе мест установки сейсмических станций рекомендуется учитывать естественную сейсмичность района размещения и площадки ОИАЭ согласно официальным картам общего сейсмического районирования территории Российской Федерации, данные о новейшей сейсмической активности на основе последовательного рассмотрения мелкомасштабных, среднемасштабных и крупномасштабных материалов изысканий и исследований. В качестве дополнительной информации рекомендуется рассматривать материалы региональных и международных центров сейсмических данных.

28. Рекомендуется, чтобы система наблюдений была максимально чувствительна в области динамического влияния (в радиусе около 4-х км) основной геодинамически активной структуры, представляющей потенциальную сейсмическую опасность для площадки ОИАЭ.

29. Для размещения системы наблюдений рекомендуется выбирать участок с незначительными ландшафтными перепадами высот по сравнению с расстояниями между датчиками.

30. При выборе мест для установки сейсмологических станций рекомендуется учитывать существующие антропогенные нагрузки в районе предполагаемой регистрации и располагать станции на максимально возможном удалении от активно работающего оборудования, оживленных автотрасс и железнодорожных путей, населенных объектов, рек, ручьев, водопадов.

31. Для окончательного выбора точек установки сейсмологических станций на месте рекомендуется проведение предварительных сейсмических измерений с целью изучения уровня, спектрального состава сейсмических шумов, их суточных вариаций. В случае установки малоапертурной сейсмической группы следует предусмотреть обязательное изучение корреляционных свойств микросейсмических шумов и когерентности сейсмических сигналов в пределах предполагаемой территории установки.

V. Организация пунктов регистрации

32. При организации места установки сейсмического датчика (кроме скважинного) рекомендуется осуществлять установку (или выбор) постамента, обеспечивающего максимальное сцепление основания датчика с грунтом, при этом постамент не должен иметь собственных колебаний.

По возможности постамент для установки сейсмического датчика рекомендуется организовывать на выходах коренных пород.

gost.e-ecolog.ru

При установке (выборе) постамента рекомендуется следить за выполнением следующих условий:

отсутствие механической связи с сооружением (во избежание регистрации собственных, ветровых колебаний здания) при установке постамента в подвале сооружения;

ровная горизонтальная (с наклоном не более 3 град.) поверхность;

монолитное тело постамента (отсутствие заметных трещин, неоднородных включений).

На поверхность постамента рекомендуется наносить реперные метки, ориентирующие по сторонам света (С – Ю).

33. При организации места установки рекомендуется обеспечивать защиту датчика от ветровых нагрузок, от осадков и резких температурных перепадов. При наземной установке постамент по возможности рекомендуется заглублять в грунт по крайней мере на 0,6 – 0,8 м.

34. Пункты регистрации сейсмических событий рекомендуется оснащать однотипными регистраторами данных.

35. При проведении временного сейсмологического мониторинга в пунктах регистрации следует устанавливать график замены (контроля) источников питания. После каждой замены аккумуляторной батареи рекомендуется фиксировать значение напряжения на источнике питания, который был снят с работы, и значение напряжения для батареи, которая поставлена в работу. Рекомендуется использовать источники питания, обеспечивающие максимально редкое вмешательство в работу сейсмической станции, насколько это возможно при используемых средствах измерений и условиях эксплуатации.

36. Регистрацию сейсмических событий рекомендуется вести в непрерывном режиме.

37. Для сейсмологического мониторинга на постоянной основе и работы сейсмических станций рекомендуется оборудовать специальные стационарные пункты сейсмической регистрации, обеспеченные постоянным электропитанием, линиями связи и передачи данных, защищенными от наводок.

VI. Анализ микросейсмических колебаний грунта

38. Определение параметров микросейсмического фона и их вариаций во времени рекомендуется проводить для одной или нескольких точек наблюдения в зависимости от использующейся системы наблюдений и поставленных задач.

39. Для корректной оценки зарегистрированных сейсмических сигналов рекомендуется предусматривать оценку динамики вариаций основных параметров сейсмического шума.

40. В методику выбора данных для анализа микросейсмических колебаний грунта рекомендуется включать следующие этапы:

выделение из суточной записи часовых реализаций микросейсмического фона одного часа в дневное и одного в ночное время (например, интервалы с 14 до 15 часов днем и с 2 до 3 часов ночью по местному времени);

выбор в пределах каждого выбранного интервала фрагмента записи микросейсмических колебаний грунта, визуально не загрязненного сигналами от источников другой природы, например близкими и удаленными сигналами от взрывов и землетрясений, передвижения автотранспорта, помехами, связанными с обслуживанием оборудования и т. д. Длительность фрагмента должна быть обусловлена стационарностью микросейсмических колебаний в данном районе и выбранной частотой опроса;

оценка амплитудных вариаций сейсмических шумов (например, суточные, недельные);

вычисление спектральной плотности мощности для выбранного фрагмента и получение среднего спектра мощности по всем выборкам фрагментов шума (день / ночь);

вычисление среднего значения и стандарта спектра мощности по всей выборке данных, характеризующих дневное и ночное время;

оценка общего характера спектров и выделение квазигармонических компонентов, характерных для микросейсмических колебаний в пределах изучаемого участка.

VII. Обработка зарегистрированных сигналов

41. Определение параметров зарегистрированных сигналов рекомендуется проводить путем обработки всего ансамбля данных.

gost.e-ecolog.ru

42. На первых этапах обработки сигналов (далее – первичная оценка) рекомендуется проводить анализ волновых форм и спектральных особенностей зарегистрированных сигналов.

43. По результатам первичной оценки рекомендуется выделить сигналы, заведомо не представляющие дальнейшего интереса для уточнения характеристик и параметров сейсмичности района размещения и площадки ОИАЭ (например, антропогенные сигналы, техногенные наводки). Дальнейший анализ можно проводить только для сигналов от землетрясений, карьерных взрывов и для сигналов, природа которых на данном этапе не определена.

44. Рекомендуется проводить оценки параметров зарегистрированных сигналов и их источников по:

времени вступления основных фаз сигнала;

местоположению источника сигнала;

моментной магнитуде M_W с учетом параметров очага;

локальной магнитуде M_L события с описанием методики оценки представленных параметров.

45. При невозможности определения моментной магнитуды M_W с учетом параметров очага для оценки M_W слабых землетрясений рекомендуется использовать поправки к значению магнитуды M_L по следующим зависимостям:

$$M_W \cong M_L + \begin{cases} M_L + 0,5; & \text{при} \begin{cases} M_L \sim 1, R \sim 20-40\,\text{км} \\ M_L \sim 0, R \sim 5-15\,\text{км} \\ M_L \sim -1, R \sim 3-5\,\text{км} \end{cases} \\ \mathrm{M}_L + 1; & \text{при} \begin{cases} M_L \sim 0, R \sim 15-25\,\text{км} \\ M_L \sim -1, R \sim 5-10\,\text{км} \end{cases} \end{cases}$$

46. Рекомендуется проводить сопоставление полученных результатов с данными близко расположенных сейсмических станций ГС РАН и международных систем наблюдения.

47. Определение природы сигналов, вызванных взрывами на карьерах или шахтах, рекомендуется проводить по совокупности признаков:

признак «место – время» (совпадение места источника и территории карьера или шахты, совпадение времени в источнике с узким интервалом проведения взрывных работ на конкретном предприятии);

наличие спектральной модуляции на высоких частотах (обычно на частотах выше 15 Гц);

соответствие набору типовых «портретов» волновых форм и др.

48. Для карьерных (шахтных) взрывов также рекомендуется проводить оценки параметров зарегистрированных сигналов и их источников. В том числе времени вступления основных фаз сигнала, местоположения источника сигнала и локальной магнитуды.

49. Сигналы, природа которых не определена, рекомендуется относить к тектоническим событиям и подвергать подробному анализу с целью определения их природы.

VIII. Обобщение полученных данных

50. По итогам сейсмологического мониторинга (для мониторинга на постоянной основе – по итогам промежуточного этапа, но не реже, чем один раз в год) рекомендуется проводить оценку временных и пространственных распределений источников зарегистрированных сигналов.

51. Рекомендуется проводить сопоставление результатов анализа сейсмических данных с имеющимися картами (схемами) геодинамических зон, активных разломов различного ранга и иерархически соподчиненных блоков земной коры.

52. По результатам анализа рекомендуется определять наиболее активные локальные участки земной коры и тектонические структуры; вести контроль изменений, которые могут быть вызваны антропогенной деятельностью; проводить уточнение активности предварительно выделенных зон ВОЗ.

53. По итогам анализа полученных данных (для мониторинга на постоянной основе – по итогам промежуточного этапа, но не реже, чем раз в год) рекомендуется проводить оценку рядов значений

gost.e-ecolog.ru

контролируемых параметров природной среды и контроль их стабильности во времени; оценку параметров графика повторяемости для сейсмических событий, оценку вариации основных параметров микросейсмического шума.

IX. Контроль качества получаемой информации

54. При каждом снятии информации с регистраторов рекомендуется проводить предварительную обработку данных сейсмических наблюдений для проверки работоспособности станций и анализа сейсмической обстановки.

55. Рекомендуется оценивать чувствительность системы сейсмологического мониторинга путем регистрации и оценки параметров сигналов от карьерных и шахтных взрывов, особенно в платформенных условиях при низкой частоте возникновения сейсмических событий.

Рекомендуется проводить сбор и анализ информации о производстве взрывных работ и вероятных источниках сейсмических сигналов неэндогенного происхождения в районе размещения и на площадке ОИАЭ.

56. По результатам проведения сейсмологического мониторинга рекомендуется построить зависимость магнитуд от расстояний для источников всех регистрируемых сигналов, что позволит определить чувствительность используемого метода в конкретных условиях. Если полученная чувствительность окажется недостаточной для поставленных задач, следует менять выбранную конфигурацию, апертуру или количество установленных пунктов наблюдения.

X. Содержание отчетных материалов

57. Результаты сейсмологического мониторинга рекомендуется оформлять в виде отчетной документации (представляемой в соответствии с установленной в программе мониторинга периодичностью) и базы зарегистрированных сейсмологических данных с описанием используемого цифрового формата. В отчетные материалы рекомендуется включать каталоги местных (локальных) сейсмических событий, необходимые для принятия обоснованного решения по реализации целей проведения сейсмологического мониторинга с учетом имеющихся инструментальных и исторических данных о землетрясениях, включая палеоземлетрясения и микроземлетрясения, в районе размещения ОИАЭ.

58. В отчетных материалах рекомендуется приводить:

1) цели и задачи сейсмологического мониторинга;

2) краткий анализ тектонических, геодинамических, сейсмических и других условий района размещения и площадки ОИАЭ;

3) порядок выполнения работ по выбору методики и мест размещения системы сейсмологического мониторинга; обоснование эффективности выбранной системы наблюдения (методики и средств измерений) для решения основных задач сейсмологического мониторинга;

4) карту (схему) фактического расположения системы сейсмологического мониторинга на основе карты ГДАЗ (зон ВОЗ) на топографической основе относительно таких шумящих факторов, как магистральные дороги, населенные пункты, реки, здания; таблицу координат мест размещения сейсмических станций;

5) описание методики, на которой базируется выбранная система сейсмологического мониторинга;

6) характеристику технико-экономических, грунтовых и других условий мест установки сейсмических станций;

7) описание условий обустройства пунктов сейсмических станций (рекомендуется иллюстрировать фотографиями);

8) описание и характеристики применяемых средств измерения:

блок-схему, а также описание отдельных элементов станций;

постоянные характеристики приборов и величины параметров, на которых работают сейсмические станции;

амплитудно-частотную характеристику полного сейсмического тракта и его отдельных элементов;

9) описание операций по калибровке измерительных каналов;

gost.e-ecolog.ru

10) методику проведения полевых наблюдений, включая:

общие сведения об условиях эксплуатации средств измерений, о перерывах в работе, проведенном техническом обслуживании, ремонте, причинах неисправностей;

данные о форме и периодичности снятия информации;

характеристику системного и сервисного программного обеспечения для сбора данных;

периодичность калибровки измерительных каналов;

11) методику проведения контроля качества полевого материала в процессе его регистрации и первичной обработки;

12) результаты анализа фона микросейсмических колебаний в местах установки сейсмических станций;

13) методику камеральной обработки записей сейсмических событий, описание используемого программного обеспечения и сведения о верификации используемого программного обеспечения (кроме входящих в его состав средств измерений);

14) методику определения природы зарегистрированных сейсмических событий (в том числе характерные параметры записей) – далеких и удаленных землетрясений, местных (локальных) землетрясений, техногенных сейсмических событий (в том числе при взрывах в шахтах и на карьерах);

15) имеющиеся сведения об источниках техногенных сейсмических событий (в том числе взрывах на карьерах и шахтах) в районе исследований;

16) описание сформированной БД сейсмических записей используемого цифрового формата данных;

17) сейсмический каталог зарегистрированных сигналов, который рекомендуется подразделять на каталоги событий, удаленных от площадки на расстояние более чем 300 км, событий в кольце радиусом от 30 до 300 км и событий в круге радиусом 30 км от площадки. Каталоги рекомендуется представлять в виде таблиц и разбивать на разные категории, объединенные по природе событий (землетрясения, взрывы, экзогенные события);

18) карту местных (локальных) землетрясений на основе карты геодинамически активных зон района размещения и площадки ОИАЭ и сопровождать пояснительной запиской к ней, содержащей:

характеристику участков повышенной сейсмической активности;

характеристику всех геодинамически активных зон ближнего района ОИАЭ в поле местной сейсмичности;

19) графики повторяемости, построенные по полученным данным с учетом всех имеющихся сейсмологических данных (исторических и инструментальных);

20) все параметры, которые были определены при проведении первичного анализа сейсмологической информации, включая: время вступления основных фаз сигнала; оценку времени в очаге; местоположение источника; приуроченность очага к сейсмогенной зоне; расстояние от источника до точки регистрации; расстояние от источника до площадки ОИАЭ (оценочно); локальную магнитуду события; моментную магнитуду, параметры очага, которые удалось оценить; природу источника; имеющиеся для события данные других систем сейсмологических наблюдений (местных, региональных, мировых); интенсивность сейсмического воздействия на площадке.

XI. Формирование базы данных

59. В БД рекомендуется включать все сейсмологические данные, полученные по результатам сейсмологического мониторинга.

60. В БД рекомендуется включать описание внутренней структуры файлов, в том числе описание символов-разделителей для значений сейсмологических данных.

61. БД рекомендуется снабжать подробным описанием представленных данных, включая краткую справку о характеристиках используемых средств измерений, координатах мест установки, коэффициентах преобразования (чувствительности) каналов регистрации, частоте регистрации, ориентации компонентов, единицах регистрации, временных метках (при отсутствии этой информации в заголовках файлов).

62. При формировании БД рекомендуется обеспечивать возможность поиска файлов и данных в них, в том числе по датам и именам.

gost.e-ecolog.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности при
использовании атомной энергии
«Сейсмологический мониторинг участков
размещения ядерно и радиационно
опасных объектов», утвержденному
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 27 ноября 2018 г. № 592

Перечень сокращений

АЭС	– атомная электрическая станция
БД	– база данных
ВОЗ	– возможный очаг землетрясения
ГДАЗ	– геодинамические активные зоны
ГС РАН	– Геофизическая служба Российской академии наук
M	– магнитуда
МРЗ	– максимальное расчетное землетрясение
ОИАЭ	– объект использования атомной энергии
ОСР	– общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации
ОЯТЦ	– объект ядерного топливного цикла
ПЗ	– проектное землетрясение
РАН	– Российская академия наук

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности при
использовании атомной энергии
«Сейсмологический мониторинг участков
размещения ядерно и радиационно
опасных объектов», утвержденному
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 27 ноября 2018 г. № 592

Термины и определения

В настоящем Руководстве по безопасности используются следующие термины и определения.

1. **База сейсмологических данных** – структурированный массив зарегистрированных сейсмологических данных.

2. **Ближний район размещения ОИАЭ** – территория в радиусе до 30 км от площадки ОИАЭ.

3. **Землетрясение локальное** – землетрясение, очаг которого расположен вблизи площадки ОИАЭ (в радиусе менее 30 км).

4. **Землетрясение местное** – землетрясение, очаг которого расположен в радиусе от 30 до 300 км от площадки ОИАЭ.

gost.e-ecolog.ru

5. Землетрясение удаленное – землетрясение, очаг которого расположен на расстоянии более 300 км от площадки ОИАЭ.

6. Локальная магнитуда $M_L = \lg a + 3\lg\Delta - 2{,}92$ – локальная магнитуда по Рихтеру; определяется по поперечным или поверхностным волнам с периодами ~ 0,8 с на расстояниях < 600 км. Здесь a – амплитуда смещения грунта (мкм); Δ – эпицентральное расстояние (км).

7. Максимальное расчетное землетрясение – землетрясение максимальной интенсивности на площадке ОИАЭ с повторяемостью один раз в 10 тысяч лет.

8. Малоапертурная сейсмическая группа – специальная площадная расстановка группы, состоящая из 7 – 9 одинаковых сейсмических датчиков, которая обеспечивает повышенную чувствительность к обнаружению сейсмического сигнала. Группа имеет одинаковую для всех пунктов систему регистрации, общий сигнал времени и апертуру (линейный размер площади установки) до 3 км.

9. Местная сейсмичность – совокупность очагов землетрясений в радиусе до 300 км от площадки ОИАЭ.

10. Минимальная регистрируемая магнитуда – минимальная магнитуда сейсмического события, сигнал которого система в состоянии зарегистрировать с определением координат его источника.

11. Моментная магнитуда $M_W = 2/3(\lg M_o - 9{,}1)$, где момент $M_o = \mu AS$(μ – модуль сдвига; A – амплитуда смещения; S – площадь плоскости разрыва, по которой происходит смещение при землетрясении).

12. Площадка ОИАЭ – территория в пределах охраняемого периметра, где размещаются основные и вспомогательные здания и сооружения ОИАЭ.

13. Проектное землетрясение – землетрясение максимальной интенсивности на площадке ОИАЭ с повторяемостью один раз в тысячу лет.

14. Продление срока эксплуатации – деятельность по подготовке ОИАЭ к эксплуатации в период дополнительного срока.

15. Район размещения ОИАЭ – территория в радиусе до 300 км от площадки ОИАЭ.

16. Сейсмичность – комплексная сейсмологическая характеристика территории, включающая сведения о пространственном положении потенциальных очагов землетрясений, энергии и повторяемости максимальных землетрясений, а также интенсивности сотрясений и параметрах сейсмических колебаний при ПЗ и МРЗ.

17. Сейсмологический мониторинг – система сейсмологических наблюдений для оценки и прогноза параметров землетрясений в районе размещения и на площадке ОИАЭ при строительстве, эксплуатации или реконструкции.

18. Система сейсмологических наблюдений – система, обеспечивающая регистрацию, обработку и интерпретацию сейсмологических данных.

19. Слабое сейсмическое событие – процесс, при котором излучается сейсмическая энергия не более чем $5 \cdot 10^7$ Дж ($M \leq 2$).

20. Стационарная постоянно действующая система сейсмологического мониторинга – система местного сейсмологического мониторинга, оснащенная специальными стационарными пунктами сейсмической регистрации, обеспеченными постоянным электропитанием, линиями связи и передачи данных, защищенными от наводок, и действующая непрерывно на одном и том же месте в течение нескольких лет.

21. Чувствительность сейсмологического мониторинга – оценка минимально возможных магнитуд сейсмических событий, сигналы которых система в состоянии зарегистрировать на расстоянии до 300 км от площадки ОИАЭ.

gost.e-ecolog.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности при
использовании атомной энергии
«Сейсмологический мониторинг участков
размещения ядерно и радиационно
опасных объектов», утвержденному
приказом Федеральной службы
по экологическому, технологическому
и атомному надзору
от 27 ноября 2018 г. № 592

Пример обоснования чувствительности сейсмологического мониторинга, позволяющего получать исходные данные для обоснования безопасности ОИАЭ

В настоящее время для обеспечения ядерной и радиационной безопасности предусматривается сейсмостойкое проектирование АС с учетом МРЗ, имеющего средний период повторяемости сотрясений один раз в 10 000 лет. В условиях проявления исторических землетрясений на платформенной территории Российской Федерации, низкой сейсмической активности в настоящее время и высокого фона помех особенно актуально повышение чувствительности системы сейсмологических наблюдений. Рассмотрим это на конкретном примере.

Пример приведен на основании анализа данных для района размещения площадки Ленинградской АЭС-2. Для этого участка на основании сведений об исторических (за последние 200 лет) землетрясениях, опубликованных данных о выявленных палеоземлетрясениях*, а также с учетом параметров Калининградского землетрясения 2004 г. (M = 4,9) был построен кумулятивный график повторяемости магнитуд землетрясений, из которого, в свою очередь, получена зависимость:

$$\lg N_{сум} = -1{,}04M + 0{,}76,$$

где M – магнитуда, $N_{сум}$ – количество (в год) землетрясений с $M_i > M$ для территории площадью 1 000 км^2 (эта площадь приблизительно равна площади территории пункта размещения АС, т. е. территория в радиусе 30 км вокруг площадки АС).

Данное соотношение позволяет оценить среднее ожидаемое количество $N_{сум}$ (в год) землетрясений с различной магнитудой M в районе размещения (в радиусе до 300 км) и пункте (в радиусе до 30 км) от площадки Ленинградской АЭС. Результаты оценки представлены в таблице.

Оценка ожидаемого количества $N_{сум}$ в год землетрясений для разных магнитуд M в пункте и в районе размещения Ленинградской АЭС

Магнитуда M	–1	0	1	2	3
Количество событий $N_{сум}$ в год в пункте	63	6	1		
Количество событий $N_{сум}$ в год в районе				13	1

* Никонов А.А., Мийдел А.М. Обнаружение сейсмогенных деформаций в послеледниковых отложениях на южном побережье Финского залива // Докл. РАН. 2003. Т. 390. № 6. С. 790 – 804.

gost.e-ecolog.ru

Из анализа данных таблицы следует, что на территории пункта размещения Ленинградской АЭС в течение года может регистрироваться 63 события с магнитудой –1 и только одно событие с магнитудой 1.

Для уверенного контроля стабильности сейсмического режима рассматриваемой территории система сейсмологического мониторинга должна обеспечивать регистрацию весьма слабых сейсмических событий (с магнитудой $M \leq 0$ в данном случае), поскольку проявление именно таких событий на рассматриваемой территории наиболее вероятно в период эксплуатации и вывода из эксплуатации ОИАЭ.

Регистрация слабых сейсмических событий в пределах слабоактивной территории и высокого фона помех позволяет в обозримые сроки накопить представительную статистику о сейсмических событиях, необходимую для контроля стабильности сейсмического режима, построения графика повторяемости магнитуд и, соответственно, для оценки и контроля стабильности основных параметров проектных основ.

gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru