



Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и
тепловой энергии на атомных станциях»
(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

П Р И К А З

28.04.2012

№ 9/397-17

Москва

О введении в действие СТО
1.1.1.03.0868-2012

В целях установления правил производства работ по сейсмологическому мониторингу территории размещения АЭС в составе инженерных изысканий

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Ввести в действие с 01.06.2012 СТО 1.1.1.03.0868-2012 «Мониторинг сейсмологических условий районов размещения атомных станций» (далее - СТО 1.1.1.03.0868-2012, приложение).

2. Руководителям структурных подразделений центрального аппарата, директорам филиалов ОАО «Концерн Росэнергоатом» принять СТО 1.1.1.03.0868-2012 к руководству и исполнению и при привлечении организаций, оказывающих услуги ОАО «Концерн Росэнергоатом» в части выполнения инженерных изысканий, выполняемых на стадиях подготовки проектной документации объектов атомной энергетики, требовать от них исполнения СТО 1.1.1.03.0868-2012.

3. Департаменту планирования производства, модернизации и продления срока эксплуатации (Дементьев А.А.) внести в установленном порядке СТО 1.1.1.03.0868-2012 в часть I «Проектирование и сооружение АС» Указателя технических документов, регламентирующих обеспечение безопасной эксплуатации энергоблоков АС (обязательных и рекомендуемых к использованию).

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Генерального директора – директора по проектному инжинирингу Полушкина А.К.

И.о. Генерального директора

В.Г. Асмолов



Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и
тепловой энергии на атомных станциях»

(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель

Генерального директора

ОАО «Концерн Росэнергоатом»

В.Г. Асмолов
«__» _____ 2012

Стандарт организации СТО 1.1.1.03.001.0868-2012

**МОНИТОРИНГ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНОВ
РАЗМЕЩЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

Предисловие

- 1 РАЗРАБОТАН ООО «Атомсейсмоизыскания» при участии НТЦ ЯРБ Ростехнадзора, ИФЗ РАН, ГС РАН, ОАО «Атомэнергопроект», ООО «Энергопроекттехнология», ОП центр «Геон» ФГУП «ВНИИ Геофизики».
- 2 ВНЕСЁН Департаментом проектных, изыскательских, научно-исследовательских работ и экспертизы
- 3 ВВЕДЁН В ДЕЙСТВИЕ приказом ОАО «Концерн Росэнергоатом» от «28» 04 2012 г. № 9/397-П
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ.

Содержание

1 Область применения.....	1
2 Нормативные ссылки.....	2
3 Термины и определения	2
4 Сокращения.....	5
5 Основные положения.....	5
6 Общие требования к организации и эксплуатации системы локального сейсмологического мониторинга.....	11
6.1 Состав и порядок проведения работ по организации и эксплуатации локальных сейсмологических сетей.....	11
6.2 Основные требования к чувствительности и точности сейсмологических наблюдений.....	12
6.3 Требования к методике проведения полевых наблюдений.....	13
6.4 Выбор и обустройство стационарных пунктов сейсмологических наблюдений и их паспортизация.....	13
6.5 Требования к аппаратурно-измерительному комплексу.....	17
6.6 Контроль качества полевого материала и метрологическое обеспечение.....	17
6.7 Сбор информации.....	18
6.8 Выделение и обработка сейсмических событий.....	19
6.9 Обработка записей микросейсмического фона.....	20
6.10 Распознавание взрывов и техногенных сейсмических событий.....	20
6.11 Составление и поддержка сейсмических каталогов.....	21
6.12 Построение карт-схем эпицентров землетрясений и гипоцентральных разрезов.....	22
6.13 Создание базы данных и правила хранения.....	22
6.14 Требования к результатам сейсмологического мониторинга.....	24

6.15 Охрана окружающей среды при проведении сейсмологического мониторинга.....	28
Приложение А (рекомендуемое) Образец паспорта пункта сейсмологических наблюдений.....	30
Приложение Б (рекомендуемое) Образец сменного рапорта оператора.....	31
Приложение В (справочное) Используемая литература.....	32

Введение

Настоящий стандарт устанавливает правила производства работ по сейсмологическому мониторингу территории размещения АЭС, проведение которого регламентируется нормативными актами Ростехнадзора и рекомендациями МАГАТЭ для определения параметров сейсмического режима, уточнения исходных величин сейсмических воздействий, слежения за стабильностью параметров проектных основ. Проведение сейсмологического мониторинга предусматривается как на стадии подготовки проектной документации (в составе изысканий), так и на стадиях разработки проекта и рабочей документации, а также на этапе сооружения АЭС по согласованию с заказчиком.

Стандарт предприятия

**МОНИТОРИНГ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНОВ
РАЗМЕЩЕНИЯ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ**

Дата введения 01.06.2012**1 Область применения**

1.1 Настоящий стандарт определяет проведение сейсмологического мониторинга в составе инженерных изысканий, выполняемых на стадиях подготовки проектной документации, разработки проекта и рабочей документации, выполняемых в любых техно-природных условиях на территории Российской Федерации, за исключением изысканий на морских акваториях и других крупных водных объектах.

1.2 Настоящий стандарт устанавливает общие правила к организации и эксплуатации локальной сети сейсмологического мониторинга (ЛСС), определяет основные положения методики работ, требования к техническим средствам измерения, контролируемым параметрам, обработке данных, результатам наблюдений, терминологии, а также к выбору конфигурации локальной сети в зависимости от заданной точности локализации сейсмических событий и заданной минимальной магнитуды.

1.3 Настоящий стандарт не распространяется на требования в части:

- сейсмологического мониторинга, используемого при эксплуатации и последующих стадиях жизненного цикла АЭС;
- методов инструментальной регистрации сильных движений грунта на площадке АЭС при проведении специальных исследований по оценке сейсмической опасности;

- метода малоапертурной сейсмической группы, для производственного применения которого пока не разработаны нормативно-методические документы и не установлен их официальный статус.

1.4 Настоящий стандарт предназначен для изыскательских и проектно-изыскательских организаций, выполняющих работы по инженерным изысканиям и сейсмостойкому проектированию АЭС и обязателен для исполнения этими организациями.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие и нормативные документы:

ГОСТ Р 22.0.03-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы. Номенклатура параметров поражающих воздействий.

НП-031-01. Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций. Госатомнадзор России. 2001.

НП-032-01. Размещение атомных станций. Основные критерии и требования по обеспечению безопасности.

РБ-006-98. Определение исходных сейсмических колебаний грунта для проектных основ.

РБ-019-01. Оценка сейсмической опасности участков размещения ядерно- и радиационноопасных объектов на основании геодинамических данных.

3 Термины и определения

3.1 активный разлом: Тектонический разлом, по которому за последние 1 млн. лет (четвертичный период) произошло относительное перемещение примыкающих блоков земной коры на 0,5 м. и более (НП-031-01).

3.2 геодинамические зоны: Тектонические структуры, активные в четвертичном периоде геологического развития (РБ 019-01).

3.3 гипоцентр: Точка очага, в которой начинается процесс движения по разлому при землетрясении; характеризуется географическими координатами и глубиной очага (РБ-006-98).

3.4 землетрясение локальное: Землетрясение, очаг которого расположен вблизи площадки АЭС (в радиусе менее 30 км.) (РБ 019-01).

3.5 землетрясение местное: Землетрясение, очаг которого расположен в радиусе от 30 до 300 км от площадки АЭС (РБ 019-01).

3.6 землетрясение удаленное: Землетрясение, очаг которого расположен на расстоянии более 300 км от площадки АЭС (РБ 019-01).

3.7 инструментальная регистрация: Информационная функция, целью которой является фиксация информации на каком-либо носителе, позволяющем ее хранение.

3.8 локальная сейсмологическая сеть: Площадная расстановка сейсмических станций, образующих систему наблюдений по ограниченной территории (обычно – до 30 км от исследуемого объекта), предназначенная для регистрации упругих колебаний грунта и локализации сейсмических источников, включая локальные землетрясения малых магнитуд.

3.9 магнитуда: Логарифм максимальной вычисленной амплитуды записи (в микронах), которую стандартный короткопериодный крутильный сейсмограф ($T_0=0,8$ с, $V=2800$, $h=0,8$) зарегистрировал бы на расстоянии 100 км от эпицентра землетрясения (РБ 019-01).

3.10 максимальное расчетное землетрясение (МРЗ): Землетрясение максимальной интенсивности на площадке АЭС с повторяемостью один раз в 10000 лет (НП-031-01).

3.11 малоапертурная сейсмометрическая группа (сейсмометрическая микрогруппа): Группа сейсмических станций из трех и более пунктов наблюдения, имеющая апертуру (линейный размер) от 1 до 3 км, с одинаковой для всех пунктов системой регистрации и общим сигналом времени. Регистрация сейсмического сигнала ведется одновременно всеми приборами сети.

3.12 микросейсмические колебания (микросейсмы): Слабые колебания, вызванные суперпозицией множества распределенных и сосредоточенных в пространстве и времени источников, затрудняющие обнаружение и искажающие оценки характеристик «полезных» сигналов (землетрясения).

3.13 мониторинг: Система наблюдений за процессом (явлением, фактором) природного или техногенного происхождения, состоянием окружающей среды, объекта, а также оценка и прогноз их изменений развития. (НП-064-05).

3.14 очаг землетрясения: Область возникновения подземного удара в толще земной коры или верхней мантии, являющегося причиной землетрясения (ГОСТ Р 22.0.03).

3.15 площадка АЭС: Территория в пределах охраняемого периметра, где размещаются основные и вспомогательные здания и сооружения АЭС (РБ 019-01).

3.16 порода коренная: Скальные или другие породы, характеризующиеся скоростью распространения поперечных (сдвиговых) волн не менее 700 м/с. (РБ-006-98).

3.17 проектное землетрясение: Землетрясение максимальной интенсивности на площадке АЭС с повторяемостью один раз в 1000 лет.

3.18 район размещения АЭС: Территория, включающая площадку АЭС, на которой возможны явления, процессы и факторы природного и техногенного происхождения, способные оказать влияние на безопасность АЭС (НП-031-01).

3.19 расстояние эпицентральное: Расстояние от эпицентра до пункта наблюдения. (РБ-006-98).

3.20 сейсмическая активность: Число землетрясений определенной интенсивности в единицу времени на единицу площади (РБ 019-01).

3.21 сейсмическая опасность: Максимальные сейсмические воздействия заданной повторяемости на площадке АЭС (РБ 019-01),

3.22 сейсмичность: Совокупность очагов землетрясений в пространстве

и времени (по РБ 019-01).

3.23 эпицентр землетрясения: Проекция центра очага землетрясения на земную поверхность (ГОСТ Р 22.0.03).

4 Сокращения

АЭС – атомная электростанция

ЛСС – локальная сейсмологическая сеть

ПЗ – проектное землетрясение

МРЗ – максимально расчетное землетрясение

ВОЗ – зона возникновения очагов землетрясений

ОСР - общее сейсмическое районирование

ОВОС – оценка влияния на окружающую среду

М – магнитуа землетрясения

GPS- глобальная система позиционирования

GLONASS – Глобальная навигационная спутниковая система

СРО – саморегулируемая организация

GPRS - англ. General Packet Radio Service — пакетная радиосвязь общего пользования

Pg, Sg – продольная и поперечная преломленные проходящие волны

5 Основные положения

5.1 Целью стандартизации процедур сейсмологического мониторинга (режимных сейсмологических наблюдений) является обеспечение единства подхода и высокого качества исходных данных при определении параметров сейсмического режима, контроля их стабильности и контроля стабильности параметров проектной основы, а в случае достижения контролируемыми параметрами критических величин – формирование оперативной информации о необходимости реализации организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности.

5.2 Объектом стандартизации являются общие требования к организации и эксплуатации мониторинга, включающего следующие виды работ:

- выбор систем, состава и способов инструментальных сейсмологических наблюдений;
- выбор пунктов для установки сейсмических станций;
- обустройство пунктов сейсмических станций, оснащение их сейсмологической аппаратурой;
- полевые работы, технические мероприятия и метрологическое обслуживание сейсмических станций;
- количественная оценка параметров сейсмического режима и контроль стабильности параметров проектной основы;
- оценка качества результатов наблюдений, ведение сейсмических каталогов, создание и содержание базы данных.

5.3 Стандарт устанавливает критерии качества работы отдельной сейсмической станции и локальной наблюдательной сети в целом и содержит требования к объему и форме текущего технического документирования процесса.

5.4 Задачами сейсмологического мониторинга являются:

- регистрация локальных, местных, далеких землетрясений и взрывов;
- анализ данных по местной локальной сейсмичности района проектируемой АЭС и уточнения оценки сейсмической опасности с учетом имеющихся исторических и инструментальных данных о землетрясениях;
- высокоточное определение координат гипоцентров и других параметров очагов землетрясений, включая магнитуду, размер очага и амплитуду подвижки в очаге;
- получение высококачественных цифровых записей колебательного движения почвы при землетрясениях и взрывах;
- оценка характеристик колебаний на площадке от удаленных, местных и локальных землетрясений;

- анализ полученных результатов для обоснования исходных данных по сейсмическим условиям размещения АЭС для обеспечения обоснования сейсмостойкого проектирования, включая уточнение динамических особенностей распространения сейсмических волн;

- оперативная обработка результатов наблюдений и создание информационной базы данных (каталогов) землетрясений;

- уточнение местоположения сейсмогенерирующих структур и зон ВОЗ;

- составление карты-схемы пространственно-временного распределения эпицентров местных и локальных землетрясений на геодинамической основе и разрезов распределения гипоцентров землетрясений по глубине на геолого-тектонической основе;

- установление критериев стабильности параметров сейсмического режима и проектной основы.

5.5 При проведении сейсмологического мониторинга для контроля стабильности параметров, принятых в проектной основе в случае необходимости решения о реализации организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности должен быть разработан проект ЛСС сейсмологического мониторинга на период сооружения и последующих этапов жизненного цикла АЭС.

5.6 Количество сейсмических станций, задействованных в ЛСС, определяется конкретными задачами, уровнем сейсмической активности района, фоном помех, но не может быть менее 7.

5.7 Сейсмологические наблюдения на локальных сетях следует выполнять непрерывно в составе работ инженерных изысканий на стадиях подготовки проектной документации, разработки проекта и рабочей документации, а также на стадии сооружения АЭС при условии обоснования этих работ в программе инженерных изысканий, согласованной с заказчиком.

5.8 Уточненные цели и решаемые задачи сейсмологического мониторинга определяются задачами конкретного этапа инженерных изысканий.

5.8.1 При проведении инженерных изысканий на предпроектной стадии одной из задач локальных сейсмологических наблюдений является детализация имеющихся данных сейсмических каталогов для получения более полных и достоверных исходных данных о сейсмических условиях района размещения АЭС с учетом сейсмических событий малых магнитуд ($M < 2.0$).

5.8.2 При проведении инженерных изысканий на стадии принятия проектных решений задача локальных сейсмологических наблюдений состоит в получении дополнительных данных для:

- сейсмологического обоснования безопасного размещения площадки АЭС и уточнения расчетных характеристик сейсмичности для проектных основ.

- проведения локальных режимных сейсмологических наблюдений за стабильностью характеристик сейсмического режима установленных локальных зон ВОЗ и характеристиками очагов землетрясений;

- разработки проекта локального сейсмологического мониторинга для контроля стабильности параметров сейсмического режима и параметров проектной основы на стадии сооружения АЭС и последующих стадиях с учетом контроля возможного возникновения техногенной сейсмичности. В случае достижения контролируруемыми параметрами критической величины предусматривается выдача рекомендаций о реализации организационных и технических мероприятий по обеспечению безопасности;

- данные сейсмологических режимных наблюдений на ЛСС также могут использоваться при общей оценке безопасного состояния геологической среды в составе мониторинга опасных геологических процессов и разработке ОВОС.

5.8.3 При проведении инженерных изысканий на стадии разработки рабочей документации и, возможно, на стадии сооружения АЭС (по согласованию с заказчиком) должен быть организован и проводиться локальный сейсмологический мониторинг параметров, включенных в проектные основы.

5.9 При организации ЛСС следует обеспечивать требования к единству средств измерений применяемых аппаратурно-измерительным средствам и программным комплексам обработки данных, технической и информационной совместимости локальных и региональных систем сейсмологических наблюдений для сопоставимости измерений и результатов исследований

5.10 На предпроектной стадии инженерных изысканий сейсмологические наблюдения выполняются, как правило, на основе временных режимных систем инструментальных наблюдений с использованием сейсмических станций – велосиметров, регистрирующих скорость смещения поверхности грунта.

5.11 Подбор и использование аппаратуры для режимных наблюдений ЛСС должно быть обосновано с учетом особенностей сейсмического режима, наличием или отсутствием помех и возможностями получения представительной информации для решения поставленных задач в установленные техническим заданием сроки.

5.12 При эксплуатации ЛСС сетей продолжительность сейсмологических наблюдений и получения представительных данных для сеймотектонической интерпретации должна определяться техническим заданием и программой наблюдений, разработанной с учетом этапа работ и исходной сейсмичности территории.

5.13 Для проведения работ по сейсмологическому мониторингу с использованием ЛСС следует привлекать специализированные изыскательские и научно-исследовательские организации, имеющих свидетельство СРО о допуске к работам, оказывающим влияние на безопасность особо опасных, технически сложных, уникальных и других объектов капитального строительства при выполнении работ по инженерным изысканиям, а также лицензию Ростехнадзора на осуществление деятельности при проектировании и сооружении АЭС.

Допуск должен распространяться на сейсмологические и сеймотектонические исследования территории, сейсмическое районирование в

соответствии с перечнем видов работ в редакции приказа Минрегиона РФ от 30.12.2009 г. №624.

5.14 Исполнитель должен осуществлять комплекс работ по сейсмологическому мониторингу с применением измерительных и программных средств, имеющих свидетельства о сертификации и метрологической аттестации в соответствии с законодательством Российской Федерации.

5.15 Состав работ и методы исследований, требования к выходным данным, состав и содержание отчетных материалов должны соответствовать требованиям технического задания, программе работ, согласованных с заказчиком.

5.16 Объектами сейсмологического мониторинга являются территории размещения АЭС, где возможны следующие опасные геодинамические процессы:

- тектонические землетрясения, генерируемые активными разломами;
- техногенные (возбужденные) землетрясения;
- экзогенные землетрясения (оползневые, карстовые).

5.17 Областью применения сейсмологических наблюдений является:

- инструментальная оценка и прогноз уровня (фоновое, аномальное, критического) сейсмической активности района размещения АЭС на основе сейсмологических режимных наблюдений локальной сетью сейсмических станций (на базе радиуса от 30 до 40 км от площадки), при необходимости – уточнение параметров сейсмических воздействий уровня ПЗ и МРЗ;

- уточнение местоположения и параметров активных тектонических разломов, геодинамических зон, активных экзогенных зон и параметров сейсмических воздействий от них;

- разработка критериев, при достижении которых должны выдаваться рекомендации на разработку организационных и технических мероприятий по обеспечению сейсмической безопасности.

5.18 Сейсмологические наблюдения локального уровня должны обеспечивать систематический контроль развития потенциально опасных сейсмогеодинамических процессов в радиусе 30-40 км от объекта. Сеть сейсмических станций развернутая в пределах ЛСС должна обеспечить регистрацию и локализацию гипоцентров локальных и местных землетрясений, установление их связи с неотектоническими структурами и разломами (зонами ВОЗ) в радиусе 300 км.

6 Общие требования к организации и эксплуатации системы локального сейсмологического мониторинга

6.1 Состав и порядок проведения работ по организации и эксплуатации локальных сейсмологических сетей

6.1.1 Организацию и эксплуатацию ЛСС следует проводить на основе программы сейсмологических режимных наблюдений, которая обычно входит в состав программы комплексных инженерных изысканий для объекта. В этом случае в разделе программы для инструментальных сейсмологических наблюдений должны учитываться следующие требования:

- общая физико-географическая и географо-экономическая характеристика района сейсмологического мониторинга (в частности, устанавливаются предприятия и службы, производящие взрывные работы);
- данные о сейсмотектонической, геодинамической и сейсмологической изученностях района;
- структурно-тектонические особенности геологической среды района;
- положение и конфигурация предварительно выделенных зон ВОЗ;
- наличие в районе действующих или закрытых сейсмических станций;
- наличие в районе очагов палеоземлетрясений, исторических, экзогенных или инструментально зарегистрированных землетрясений;

- наличие каталогов землетрясений района и характеристик сейсмического режима со схемой пространственного распределения эпицентров в радиусе до 300 км от объекта;
- предварительные оценки сейсмичности района, по материалам ОСР (карты ОСР-97-В для уровня ПЗ и ОСР-97-Д – для уровня МРЗ);
- послонные скоростные характеристики для района работ, желательно на всю мощность земной коры;
- предварительная классификация грунтов площадки размещения АЭС по сейсмическим свойствам;
- цифровая модель рельефа, топографические карты в масштабе 1:50000-1:100000;
- предварительные оценки характеристик ожидаемых землетрясений и вызванных ими сейсмических колебаний.

6.2 Основные требования к чувствительности и точности сейсмологических наблюдений

6.2.1 Минимальное количество пунктов наблюдения, расстояние между ними и чувствительность аппаратуры должны обеспечивать требуемую точность определения положения сейсмических источников и минимальный порог чувствительности системы наблюдений (минимальную магнитуду) в пределах контролируемого участка*.

6.2.2 Приемлемой можно считать среднюю точность оценки координат гипоцентров по системе наблюдений 1-3 км и порог минимально надежно регистрируемой магнитуды на уровне 1.5 – 2.0 в сейсмически активных районах и менее 1.5 в слабоактивных районах при среднем уровне шумов и минимальном числе сейсмостанций 7.

*Для повышения точности определения положения эпицентра и порога минимальной надежной регистрируемой магнитуды сейсмического события могут быть использованы сейсмологические группы, позволяющие повысить соотношение сигнал/помеха и чувствительность системы, которые имеют соответствующие свидетельства и сертификаты соответствия РФ, в рамках научно-методического сопровождения работ.

6.3 Требования к методике проведения полевых наблюдений

6.3.1 Точность определения положения гипоцентральных параметров в значительной степени зависит от взаимного расположения сейсмических станций и их положения.

относительно изучаемой зоны. Выбор пунктов наблюдения должен определяться с учетом относительно низкого уровня микросейсмического фона. Точность определения положения гипоцентров рекомендуется принимать для района и ближнего района с учетом точности выделения активных разломов и геодинамических зон $\pm 0,5$ км (для района с радиусом от 200 до 300 км) и $\pm 0,05$ км (для ближнего района с радиусом до 30 км).

6.3.2 Рекомендуется следующий порядок расстановки сейсмических станций с учетом экспериментально установленной для района расположения АЭС диаграммы чувствительности сейсмических станций:

- непосредственно на площадке АЭС должен быть установлен современный трехканальный акселерометр;
- в зоне радиусом 30 км от площадки АЭС должно быть установлено не менее 7 высокочувствительных трехкомпонентных сейсмических станций.

6.4 Выбор и обустройство стационарных пунктов сейсмологических наблюдений и их паспортизация

6.4.1 После анализа и оценки сейсмической обстановки и ориентировочного выбора участков для расположения пунктов наблюдений их конкретное положение на местности уточняется с учетом следующих факторов:

- уровня промышленных помех (от электрических и вибрационных установок, транспорта и т. д.);
- возможности экономичного и удобного обслуживания пунктов наблюдений (наличие подъездов, электроэнергии, воды, радиосвязи, охраны).

6.4.2 На первом этапе выбора мест размещения станций следует осуществлять предварительный выбор заведомо большего, чем необходимо, числа мест размещения. Это требует использования топографических карт и визуальной рекогносцировки на месте.

После первого этапа отбора следует выполнять инструментальное измерение уровня микросейсмического шума. Для записи должна использоваться наиболее чувствительная и широкополосная аппаратура, имеющаяся в распоряжении исполнителя.

В течение всего периода регистрации микросейсмического шума, в одном из выбранных мест (эталонного пункта) должна непрерывно работать сейсмическая станция, чтобы в целом контролировать изменения общего уровня микросейсмического шума в районе работ.

6.4.3 Рекомендуются при организации наблюдений устанавливать сейсмические станции в местах с минимальным уровнем сейсмического шума.

Для этого необходимо выполнить специальные работы по регистрации трехкомпонентными сейсмическими станциями микросейсмического шума на менее чем в течение одних суток, построение накопленных в течение суток амплитудно-частотных спектров, спектров мощности трех составляющих микросейсмического шума, который может быть помехой для регистрации низкомagnitudeных, высокочастотных сейсмических событий, какими являются локальные и местные землетрясения, близкие взрывы.

6.4.4 Выбор пунктов ЛСС (оптимизации сети) и опытной эксплуатации должен соответствовать местам концентрации слабых землетрясений с благоприятными условиями записи для уверенной регистрации локальных и местных землетрясений, начиная с уровня $M_{\min} = 1.0-2.0^*$.

6.4.5 После получения этих данных и оптимизации сети наблюдательные пункты должны быть закреплены.

* Исходная информация для организации ЛСС: предполагается, что за период опытной эксплуатации сети (2-3 года) определяются наиболее сейсмически активные участки земных недр, участки с наибольшим и наименьшим фоном штормовых и промышленных (техногенных) микросейсм, уровень фоновой сейсмичности и другие характеристики геологической среды, влияющие на качество сейсмической записи. При необходимости корректируется конфигурация ЛСС.

6.4.6 Станции должны по возможности равномерно покрывать исследуемую территорию. Высокочувствительные датчики следует по возможности размещать в штольнях или выносных павильонах, расположенных на коренных (лучше всего скальных) грунтах, вдали от источников промышленных и природных помех (заводы и мастерские, мощные моторы, дороги с интенсивным движением, горные реки, высокие мачты или деревья, ущелья с сильными ветрами, близкий берег моря).

При равных грунтовых условиях предпочтение следует отдавать более низко расположенным участкам, защищенным и от ветра.

6.4.7 Не рекомендуется устанавливать сейсмические датчики в помещении, расположенном на крутом склоне или в месте с высоким уровнем грунтовых вод

6.4.8 Постаменты должны быть достаточно заглублены и надежно связаны с ненарушенной поверхностью коренной породы. Допускается закапывание сейсмодатчиков, если это позволяет их конструкция. В противном случае должны строиться постамент и укрытие.

6.4.9 Допустимо размещение сейсмических датчиков в подвальных помещениях зданий, возведенных на твердых (скальных) грунтах.

В этих случаях постаменты должны быть заглублены ниже фундамента стен подвала, не должны быть связаны со стенами подвала, полом или настилом и должны быть надежно связаны с ненарушенной поверхностью коренной породы.

6.4.10 Постаменты под сейсмометры не должны выполняться пустотелыми или с применением слабого раствора. Не допускается применение поверхностного цементирования раствором 1:1, так как образующаяся при этом корка может неплотно приставать к телу постамента, что вызовет серьезные нарушения в работе приборов.

6.4.11 Постамент следует ориентировать по странам света. На постамент должен быть нанесен меридиан (прочерчиванием в сыром бетоне или закладкой в постамент реперов) с точностью не хуже 1.0 градуса. При размещении

сейсмостанций ЛСС вне населенных пунктов следует снимать верхний дерновой слой почвы до плотных пород для надежного контакта сейсмоприемника с грунтом.

6.4.12 При установке сейсмоприемников горизонтальные компоненты следует ориентировать следующим образом: Х-компонента – по направлению север - юг, а Y-компонента – по направлению восток – запад.

Правильность горизонтальной установки сейсмоприемника должна контролироваться по уровню на его корпусе. Точность ориентации оси максимальной чувствительности на заданное направление должна составлять плюс/минус 5 градусов.

6.4.13 Местоположение всех пунктов наблюдения ЛСС должно быть обеспечено топографической привязкой. Географические координаты в проекции долгота/широта (WGS84) следует определять с точностью до 0.01 минуты. Для этой цели следует использовать приемники GPS (GLONASS), топографические карты масштаба 1:50000 и 1:100000 или геодезическую съемку. Превышения всех пунктов наблюдения над уровнем моря должны быть определены с точностью в несколько метров. Все изменения исходных данных о пунктах в сети должны постоянно фиксироваться в паспортах пунктов сейсмологических наблюдений (приложение А).

6.4.14 Замена сейсмоприемников и регистраторов на пунктах наблюдения должна отмечаться в рапортах операторов сейсмических станций. Рапорта следует оформлять так, чтобы в них присутствовала полная информация о всех действиях, совершаемых с аппаратурой. (приложение Б)

6.4.15 Персонал, обрабатывающий материал, должен получить из рапортов все сведения, необходимые для последующей паспортизации, обработки и анализа получаемых результатов.

6.5 Требования к аппаратурно-измерительному комплексу

6.5.1 В ЛСС могут применяться как автономные регистраторы с цифровой записью, так и цифровые регистраторы с передачей сейсмической информации по телеметрическим каналам или по интернету.

6.5.2 Для оснащения локальных сетей сейсмических станций датчиками следует использовать низкочастотные сейсмоприемники с собственной частотой не выше 1 Гц.

6.5.3 Регистратор должен иметь низкий уровень собственного шума, низкое электропотребление и должен быть разработан на основе не менее чем 24-х разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Привязка к абсолютному времени должна быть обеспечена GPS (GLONASS) приемником.

6.5.4 Количество измерительных каналов у регистратора должно быть не менее трех для обеспечения трехкомпонентной записи с одной вертикальной компонентой и двумя горизонтальными.

6.5.5 При выполнении мониторинга в сейсмически активном районе для регистрации редко происходящих сильных землетрясений необходимо устанавливать на площадке АЭС трехканальный акселерометр.

6.5.6 Вся аппаратура (как регистраторы, так и сейсмоприемники) должна быть сертифицирована.

6.6 Контроль качества полевого материала и метрологическое обеспечение

6.6.1 Современная сейсмологическая аппаратура выпускается с известными техническими характеристиками (описанными в паспорте), которые не меняются в процессе эксплуатации. При необходимости, которая как правило определяется специалистом-сейсмологом, контроль параметров приборов осуществляется фирмой – изготовителем с оформлением соответствующего документа заверенного печатью фирмы.

6.6.2 Качество полевого материала следует контролировать в процессе регистрации и первичной обработки полевого материала.

6.7 Сбор информации

6.7.1 Периодичность регулярного съема информации определяется Исполнителем, исходя из задач сейсмологического мониторинга, с учетом технических возможностей аппаратуры, включая блок бесперебойного питания, который должен обеспечивать работать стабильно в автономном режиме.

6.7.2 Для повышения надежности и обеспечения непрерывности мониторинга не рекомендуется устанавливать период регулярного съема информации (и соответственно, профилактического обслуживания станций) от 15 дней до 1-2 месяцев.

6.7.3 Система перезаписи данных с сейсмических станций в архив должна полностью исключать случайные возможности потери информации.

6.7.4 Для обеспечения оперативного анализа сейсмической ситуации в районе размещения АЭС. сбор и передачу информации в центр обработки следует осуществлять телеметрическим режиме, близком к реальному масштабу времени, с использованием Интернета, технологии пакетной передачи данных (GPRS), либо радиоканалы. Конкретная реализация определяется возможностями местности и техническими характеристиками аппаратуры.

6.7.5 При работе с автономными станциями оператор должен периодически посещать пункты наблюдения для проверки работы станции и съема информации. Все действия оператора на пункте наблюдения в обязательном порядке следует фиксировать в сменном рапорте оператора.
(приложение Б)

6.8 Выделение и обработка сейсмических событий

6.8.1 Выделение и обработку сейсмических событий следует производить с использованием верифицированных алгоритмов и методик. При обработке особое внимание должно уделяться магнитудной (энергетической) классификации зарегистрированных сейсмических событий. При регистрации достаточно сильного сейсмического события следует проверять на наличие данных зарегистрированных национальной или международной сейсмологической службой и сравнивать с собственными количественными оценками и параметрами. При наборе достаточно большого числа таких случаев возможно введение коррекционных поправок в оценку магнитуды.

6.8.2 Основным результатом сейсмологического мониторинга на ЛСС должен являться сводный бюллетень обработки записей и каталог землетрясений. Если мониторинг выполняется в сейсмически активном регионе и удастся набрать достаточное количество зарегистрированных землетрясений, то возможно использование локальной сейсмической томографии для определения латеральных скоростных аномалий и уточнения положения гипоцентров зарегистрированных землетрясений.

6.8.3 Если в период проведения мониторинга на ЛСС произошло достаточно сильное землетрясение, которое удалось полноценно зарегистрировать, в том числе акселерометром (акселерометрами), то такую запись (записи) следует использовать для уточнения оценок ожидаемых сейсмических воздействий на АЭС.

6.8.4 Рекомендуется выполнять анализ рассеянной и структурированной сейсмичности и оценку параметров сейсмического режима рассеянной и структурированной сейсмичности.

6.8.5 Данные всех станций ЛСС должны архивироваться и храниться в центре обработки исполнителя.

6.9 Обработка записей микросейсмического фона

6.9.1 При анализе уровня микросейсмического шума рекомендуется использовать плотность спектральной мощности, что позволяет объективно сравнивать во всем рабочем диапазоне сейсмической станции различные места размещения и различные временные интервалы наблюдений:

- выборка характерных фрагментов записей микросейсмического фона;
- расчет и анализ спектров, составление временных рядов максимумов спектров в целом по сети (суточные, месячные и годовые).

6.10 Распознавание взрывов и техногенных сейсмических событий

6.10.1 При проведении сейсмологического мониторинга с помощью ЛСС станций следует выявлять взрывы и другие техногенные сейсмические события для исключения эпицентров ложных очаговых зон и засорения каталога землетрясений местными, как правило, карьерными взрывами, соответствующими по своей силе местным землетрясениям с магнитудой 1.0-3.0.

6.10.2 Выявление взрывов следует осуществлять согласно методике (Годзиковская, 1995; Французова и др., 2007) по следующим критериям:

- события иногда попадают на выходные дни; им присуще дневное время регистрации;
- эпицентры локализуются вблизи от известных карьеров с глубиной очага вблизи поверхности; наличие близких значений магнитуд ($M \geq 1$);
- наличие низкочастотных поверхностных волн и звуковых низкоскоростных ($V=330$ км/с) волн на записях близлежащих к эпицентру пунктах наблюдения; наличие большей интенсивности в волне P_g , чем в волне S_g , что проявляется в отношении спектров этих волн в высокочастотной полосе.

- все взрывы должны быть представлены в каталоге или в отдельной таблице.

6.10.3 Учитывая, что наиболее часто техногенная сейсмичность проявляется при строительстве крупных водохранилищ и при закачке флюидов в глубокие горизонты земной коры, рекомендуется проводить тщательную идентификацию с учетом характера записи по координатам размещения в районах соответствующей техногенной деятельности.

6.11 Составление и поддержка сейсмических каталогов

6.11.1 Сейсмический каталог должен включать в себя следующие сведения о локальных, местных и далеких землетрясениях:

- номер сейсмического события;
- дата сейсмического события (день/месяц/год);
время в очаге сейсмического события (час:минута:секунда по Гринвичу)
с точностью как минимум до десятой секунды;
- географические координаты сейсмического события: широта и долгота (градусы, минуты) с точностью до сотой минуты;
- глубина очага землетрясения в км с точностью до десятой километра для локальной сети, размер очага и амплитуду подвижки в очаге;
- локальная магнитуда сейсмического события с точностью до десятой единицы;
- максимальная горизонтальная среднеквадратичная ошибка локализации гипоцентра землетрясения в км с точностью до десятой километра;
- вертикальная среднеквадратичная ошибка локализации гипоцентра землетрясения в км с точностью до десятой километра;
- среднеквадратичная невязка времен пробега сейсмических волн в сек с точностью до сотой секунды.
- примечание: тип сейсмического события, эпицентральная зона и т. д.

6.11.2 В случае невозможности точной локализации сейсмического события в каталоге должны указываться приблизительный азимут от центра сети сейсмических станций или от какой-либо из сейсмических станций на эпицентр землетрясения и примерное эпицентральное расстояние, или же один из этих двух параметров. В примечании, как правило, отмечается тип сейсмического события, эпицентральная зона.

6.11.3 При составлении сейсмического каталога специальной проблемой является идентификация взрывных источников колебаний. Все взрывы должны быть обязательно представлены отдельным каталогом.

6.12 Построение карт-схем эпицентров землетрясений и гипоцентральных разрезов

6.12.1 При построении карт-схем эпицентров землетрясений необходимо:

- обеспечить количественную геофизическую оценку глубинных тектонических и физико-геологических условий исследуемого района;
- определить геометрические и динамические параметры потенциальных зон ВОЗ.

6.12.2 Составление разрезов по глубине необходимо осуществлять по различным характерным направлениям. При сопоставлении сейсмического разреза земной коры с распределением землетрясений следует учитывать, что проявление сейсмической активности может быть связано с глубинными разломами и другими неоднородностями геологической среды.

6.13 Создание базы данных и правила хранения

6.13.1 Базы данных являются основной параметрической информацией для:

- оценки параметров сейсмического режима в целом и сейсмического режима рассеянной и структурированной сейсмичности, анализа

пространственно-временных закономерностей сейсмического режима в районе расположения АЭС;

- оценки стабильности параметров проектной основы;
- выделения сейсмоактивных зон и оценки их сейсмического потенциала;
- оценки стабильности сейсмических условий района размещения АЭС по критериям фоновой, аномальной или критической обстановки в районе размещения АЭС.

Структура и формат хранения данных в центре обработки должно определяться с учетом математического обеспечения, используемого Исполнителем.

Исходные данные должны постоянно храниться в архивном виде, а исполнитель должен предусмотреть мероприятия по предотвращению их уничтожения.

6.13.2 Рекомендуются составление баз данных волновых форм и результатов обработки землетрясений, взрывов и микросейсм и других сейсмических сигналов на каждой из станций.

6.13.3 Хранению подлежит вся информация, связанная с результатами работы ЛСС включая файлы содержащие:

- координаты местоположения сейсмических станций (географические координаты, превышения над уровнем моря), необходимые аппаратные характеристики, грунтовые условия пункта регистрации; рапорта операторов, включающие детали обслуживания станций (перемещение станций, замена регистраторов, сейсмоприемников или отдельных узлов, величины временных поверок в случае использования автономных станций без единой временной базы и т. д.);
- волновые формы непрерывной сейсмической регистрации;
- записи сейсмических событий;
- данные по временам вступлений Р- и S-волн, знакам первых вступлений, максимальным амплитудам и соответствующим им периодам, продолжительности сейсмических сигналов от землетрясений и т. д.;

- локализации гипоцентров землетрясений - гипоцентральные параметры (начальное время, координаты эпицентра, глубину очага, магнитуду, ошибки локализации и т. д.), файлы каталогов землетрясений;
- результаты определения механизма, геометрических и динамических параметров очагов землетрясений;
- результаты контроля параметров проектной основы;
- критические величины параметров проектной основы и рекомендации по реализации организационных и технических мероприятий обеспечения безопасности;
- паспорта пунктов наблюдения и рапорта оператора;
- аннотационные и технические (итоговые) отчеты.

6.13.4 Все данные подлежащие хранению, должны быть продублированы на электронных носителях информации не менее, чем в двух экземплярах.

6.14 Требования к результатам сейсмологического мониторинга

6.14.1 Отчеты, о результатах работы ЛСС, должны выпускаться с регулярными интервалами. Отчеты могут быть краткими аннотационными, подготавливаемыми с короткой периодичностью (например, раз в квартал), и техническими, выпускаемыми с примерным интервалом раз в год. Периодичность выпуска отчетов определяется техническим заданием.

6.14.2 Технические отчеты рекомендуется формировать из следующих разделов: введение, задачи работ, аппаратура, конфигурация сети сейсмических станций, методика обработки данных, результаты обработки данных и заключение.

6.14.2.1 В разделе «Введение» следует приводить сведения об основании постановки работ, видам работ и их целевом назначении, а также об основных исполнителях работ.

6.14.2.2 В разделе «Задачи работ» перечисляются задачи работ в соответствии с техническим заданием и программой работ, указывается

степень, до которой они решены в процессе производства работ, отмечается дата начала функционирования ЛСС.

6.14.2.3 В разделе «Аппаратура» следует приводить описание использованной аппаратуры, дается блок-схема аппаратуры, а также описание отдельных элементов аппаратуры.

Все постоянные приборов и величины параметров, на которых работала аппаратура, должны быть указаны (например, в виде полюсов и нулей). В случае использования системы триггеров для выделения сейсмических сигналов дается ее описание и указываются величины параметров. Приводится амплитудно-частотная характеристика полного сейсмического тракта и, как правило, его отдельных элементов (сейсмоприемника и электронной части аппаратуры).

При использовании автономных сейсмических станций процедура фиксации временных поверок иллюстрируется графиками ухода внутренних станционных часов. Все операции по калибровке аппаратуры также должны быть описаны и иллюстрированы соответствующими рисунками.

6.14.2.4 В разделе «Система наблюдений» («Конфигурация сети сейсмических станций») освещаются практические операции по монтажу сети, даются краткие характеристики пунктов размещения сейсмических станций, а в случае использования телеметрической аппаратуры - также ретрансляционных станций (при их наличии) и центрального пункта сбора данных.

В специальной таблице приводятся координаты сейсмических станций (с указанием проекции и датума), их превышения над уровнем моря и период работы каждой из станций. Следует приводить схему расположения сейсмических станций на топографической и сеймотектонической основе.

При телеметрической радиопередаче сигналов представляется также схема организации радиосвязи с расположением сейсмических и ретрансляционных станций, а также приемного центрального пункта. Указывается величина апертуры реализованной сети и среднее расстояние между станциями. Любые модификации сети сейсмических станций, внесенные

в сеть изменения (например, перемещение станций) должны найти отражение в данном разделе.

Приводится таблица перерывов в работе сейсмических станций с указанием причин перерывов. Для наглядности перерывы в работе станций сводятся на график. Причины перерывов в работе должны быть проанализированы.

В этом же разделе приводятся:

- результаты изучения фона микросейсм на пунктах наблюдения;
- представляется таблица осредненного уровня фона помех, которая в случае применения спектрального анализа иллюстрируется соответствующими осредненными энергетическими спектрами, полученными для каждого пункта наблюдения;
- схемы результатов моделирования точности локализации гипоцентров локальных, местных землетрясений и их минимальной магнитуды

6.14.2.5 В разделе «Методика обработки данных» описывается система регистрации (выделения) землетрясений, принципы обработки сейсмических записей.

В случае автоматического считывания времен первых вступлений сейсмических волн приводится соответствующий алгоритм. Описывается методика локализации гипоцентров местных землетрясений, даются сведения об использованном программном обеспечении.

В табличном виде представляется скоростная модель земной коры, выбранная для локализации, с обоснованием ее использования. Скоростная кривая показывается на рисунке.

Указываются способы определения магнитуды локальных, местных землетрясений (магнитуда по амплитуде, магнитуда по продолжительности сейсмического сигнала). При использовании эмпирической формулы, связывающей магнитуду с продолжительностью записи землетрясения, необходимо привести на рисунке корреляционную зависимость продолжительности сейсмического сигнала от магнитуды, которая определена

по максимальной амплитуде, а также обосновать выбор использованной формулы.

В разделе описывается методика определения механизма очагов землетрясений и использованных для этого программ. При определении динамических параметров очагов землетрясений освещаются теоретические предпосылки этой процедуры, методика и соответствующие программы.

В данном разделе приводятся также способы и порядок хранения собранных данных ЛСС.

6.14.2.6 В разделе «Результаты обработки данных» даются сведения о зарегистрированных сетью сейсмических станций событиях: количестве локальных, местных, далеких землетрясений, взрывах.

В табличной форме приводится каталог локальных, местных и далеких землетрясений, а также подробные данные по временам вступлений сейсмических волн от этих землетрясений на станции сети. Отдельно составляется каталог взрывов (при их наличии).

Каталог локальных, местных землетрясений сопровождается схемами эпицентров зарегистрированных землетрясений, составленных при необходимости в различных масштабах, а также разрезами по различным характерным направлениям, показывающими глубину очагов землетрясений. Как схемы эпицентров, так и разрезы желательно представлять совместно с информацией, отражающей характерные черты глубинного строения изучаемой территории. Сейсмические события, вызывающие наибольший интерес для исследований, должны быть проиллюстрированы сейсмограммами. Приводятся результаты обработки данных микросейсм.

В разделе приводятся также рисунки и таблицы с результатами определения механизма очагов локальных и местных землетрясений, а также таблица результатов определения геометрических и динамических параметров очагов землетрясений и рисунки результатов соответствующего спектрального анализа. Необходимо также представить серию статистических графиков,

отражающих особенности временных изменений местной сейсмичности и графиков, отражающих изменение во времени параметров проектной основы.

6.14.2.7 В разделе «Оценка стабильности параметров проектной основы» приводятся сравнительные данные по оценке сейсмических воздействий (ПЗ, МРЗ, спектры реакций, акселерограммы), принятые для проектной основы и те же расчетные параметры на основе новых данных сейсмологического мониторинга за очередной цикл наблюдений по установленному регламенту.

6.14.2.8 В разделе «Заключение» суммируются основные результаты работ и даются перспективные рекомендации.

6.14.2.9 В кратких аннотационных отчетах целесообразно указывать:

- общую продолжительность работы ЛСС, тип использованной за отчетный период наблюдений аппаратуры.

- схему сейсмических станций и информация о возможных модификациях сети за отчетный период. Кратко излагаются причины перерывов в работе сейсмических станций и способы локализации гипоцентров локальных, местных землетрясений, а также же следует представлять используемую скоростную модель земной коры.

- количество зарегистрированных сетью станций сейсмических событий и дается их классификация.

- каталог локальных, местных и далеких землетрясений и взрывов.

6.15 Охрана окружающей среды при проведении сейсмологического мониторинга

6.15.1 Мероприятия по охране окружающей среды и предотвращению ущерба при выполнении инструментальных сейсмологических наблюдений должны быть организованы в соответствии с требованиями действующего законодательства Российской Федерации, в том числе:

- не допускается использовать в ходе осуществления работ материалы и оборудование, применение которых может привести к нарушению требований по охране окружающей среды.

- при обустройстве сейсмических станций, связанном с нарушением почвенного покрова, необходимо, хранить и наносить после окончания работ почвенный плодородный слой на нарушенные земли, а также не допускать загрязнения воздуха, воды и почвы.

Приложение А

(рекомендуемое)

Образец паспорта пункта сейсмологических наблюдений

№ п/п	Наименование	Параметры
1	Название отчета	-
2	Административное положение	-
3	Организация-исполнитель	-
4	Год и дата выполнения работ	-
5	Авторы отчета	-
6	Используемая аппаратура	-
7	Режим регистрации	-
8	Условия установки	-
9	Широта (WGS84)	-
10	Долгота (WGS84)	-
11	Превышение над уровнем моря (альтитуда)	-
12	Вид съемки	-
13	Носитель информации	-
14	Место хранения	-
15	Паспорт составил	-

Образец сменного рапорта оператора

Homework

Пункт наблюдения

ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМНОГО ФАЙЛА RSS:

[illegible]

Подпись оператора

Приложение В

(справочное)

Рекомендуемая литература

1. Аракелян Ф.О. Методика и результаты исследований сейсмической опасности площадок АЭС. Ереван: Егя, 2009. 108 с.
2. Аракелян Ф.О., Недядько В.В., Попова О.Г., Ракитов В.А. Сейсмический мониторинг на Томском полигоне в переходной области между окраиной Западно-сибирской плиты и Томь-Колыванской складчатой зоной/ Проблемы сеймотектоники. Материалы конференции. М., ИФЗ РАН, 2011. С. 106-110.
3. Аранович З.И. О методике выбора оптимального расположения станций в локальной системе наблюдений.- Методика и результаты оценки эффективности региональных систем сейсмических наблюдений. Тбилиси, “Мецниереба”, 1980, с.150-157.
4. Аранович З.И., Ахалбедашвили А.М., Гоцадзе О.Д., Деканосидзе Ц.А. Методика расчета эффективности сети региональных сейсмических станций на примере Кавказа.- Вопросы оптимизации и автоматизации сейсмических наблюдений. Тбилиси, “Мецниереба”, 1977, с.27-57.
5. Арэфьев С.С. Эпицентральные сейсмологические исследования М. Академкнига, 2003, 376с. (Монография).
6. С.С. Арэфьев, Ж.Я. Аптекман, В.В. Быкова, И.В. Матвеев, А.Г. Михин, С.Г. Молотков, К.Г. Плетнев, В.В. Погребченко. Очаг и афтершоки Алтайского (Чуйского) землетрясения 2003 года: эпицентральные наблюдения летом 2004 г. // Физика Земли, 2006, №2, стр. 85-96.
7. С.С.Арефьев, Р.Э.Татевосян, Н.В.Шебалин. Способ измерения параметров сейсмического режима. Изобретение, 1989, Заявка №: 4610030/31-25 от 27.12.89 112 М.кл.G01V1/00.

8. Бугаев Е.Г., Кишкина С.Б. Метод сейсмического мониторинга территории объектов атомной энергетики на Восточно-Европейской платформе / Сборник научных трудов ИДГ РАН. М., ГЕОС. 2009. С. 147-155.
9. Бурмин В.Ю. Оптимальное расположение сейсмических станций при регистрации близких землетрясений.- Изв. АН СССР, Физика Земли, 1986, № 5, с.34-42.
10. Бурмин В.Ю. Оптимизация сейсмических сетей и определение координат землетрясений. М.: ОИФЗ РАН, 1995. 184 с.
11. Бурмин В.Ю. Новый подход к определению параметров гипоцентра близких землетрясений.- Изв. АН СССР. Физика Земли, 1992, № 3, с. 73-82.
12. Бурмин В.Ю., Ахметьев В.М. Погрешности в определении параметров гипоцентров близких землетрясений и эффективность систем сейсмологических наблюдений.- Вулканология и сейсмология, 1994, № 2, с. 109-128.
13. Введенская А.В. Исследование напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М., "Наука", 1969.
14. Годзиковская А.А. Местные взрывы и землетрясения. М., ЦСГНЭО, 1995.
15. Землетрясения и микросейсмичность в задачах современной геодинамики Восточно-Европейской платформы / Под ред. Н.В. Шарова, А.А. Маловичко, Ю.К. Щукина. Петрозаводск: КНЦ РАН. 2007.
16. Инвестиционный проект «Продление срока эксплуатации энергоблока № 5 Нововоронежской АЭС» в части проведения сейсмического мониторинга / Науч. рук. Л.И. Надежка. Обнинск, 2010. 121 с.
17. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях единой системы сейсмических наблюдений СССР / Под ред. Н.В. Кондорской. М.: ИФЗ АН СССР, 1982. 272 с.
18. Инструкция по сейсморазведке / М.: Мингео СССР, 1986. 80 с.

19. Кийко А. Методы оптимального планирования региональных сетей сейсмических станций.- Вычислительные методы в геофизике. М., "Наука", 1981, с.82-84.
20. Кишкина С.Б., Кочарян Г.Г., Локтев Д.Н., Санина И.А. и др. Сейсмический мониторинг территории Ленинградской АЭС-2 с использованием малоапертурной группы// Сборник научных трудов ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2010. С. 114-123.
21. Кондорская Н.В., Аранович З.И. Методические основы оптимизации сейсмических наблюдений.- Изв. АН СССР. Физика Земли, 1971, № 7, с.14-30.
22. Красилов С.А., Коломиец М.В., Акимов А.П. Организация процесса обработки цифровых сейсмических данных с использованием программного комплекса WSG // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Международной сейсмологической школы. Обнинск: ГС РАН, 2006. С. 77-83.
23. Кухмазов С.У. Определение локальной магнитуды землетрясений по длительности записи сейсмических колебаний // Разведка и охрана недр, № 2, 2002. С. 27-29.
24. Методические указания по ведению мониторинга опасных эндогенных геологических процессов с применением локальных сетей сейсмических станций (в составе государственного мониторинга состояния недр). Отчет по госконтракту № ИГ-02-56/489 /Авт. Ю.Ф. Коновалов, С.У. Кухмазов, О.Г. Попова и др. М., Росгеолфонд. 2002. 64 с.
25. Методика анализа и геодинамическая интерпретация материалов глубинных сейсмических исследований, проводимых вдоль геотраверсов ГСЗ-МОВЗ и на полигонах. (Отчет НИР «Разработка технологии мониторинга сейсмогеодинамических процессов»)/ Авт. Ю.Ф. Коновалов, С.У. Кухмазов, О.Г. Попова и др. М., Росгеолфонд. 2000. 194 с.

26. Омельченко О.К., Белобородов В.Н. Об оптимальном планировании региональной сети сейсмических станций. Препринт № 668, ВЦ СО АН СССР, Новосибирск, 1968.

27. Омельченко О.К., Гусяков В.К. Планирование сети сейсмических станций для службы предупреждения о цунами. - Вулканология и сейсмология, 1996, № 2, с.68-85.

28. Отчет «Выполнение работ по подготовке к продлению срока эксплуатации энергоблоков АЭС второго поколения. Уточнение и обоснование оценок сейсмичности промплощадок энергоблоков ЛАЭС, БелАЭС, СмаЭС, НВАЭС в части сейсмического мониторинга площадки НВАЭС для обеспечения работ по модернизации ПСЭ энергоблоков АЭС». / Науч. рук. Л.И. Надежка. Обнинск, ГС РАН, 2008. 99 с.

29. Попова О.Г., Коновалов Ю.Ф., Кухмазов С.У., Минина Н.А. Мониторинг сейсмогеодинамической обстановки Кавказских Минеральных Вод// Разведка и охрана недр, 1998, № 2. С.16-19.

30. Пакет программ «DeltaApps» для обработки данных, получаемых на сейсмических станциях «Дельта-Геон»./Авт. Кухмазов С.У. М.: ГФУП «ВНИИГеофизика», 2009. 40 с.

31. Раутиан Т.Г. Об определении энергии землетрясения на расстояниях до 3000 км.- Экспериментальная сейсмика, М., “Наука”, 1964, № 32 (199), с.88-93.

32. Рекомендации по применению передвижных сейсмических станций для изучения волновых полей и строения геологических сред. М., “Стройиздат”, 1987.

33. Руководства по геодинамическим наблюдениям и исследованиям для объектов топливно-энергетического комплекса. М., ЦСГНЭО, 1997.

34. Саваренский Е.Ф., Сафронов В.В., Пешков А.Б. и др. Оптимальное размещение сейсмических станций с позиции минимизации погрешности определения эпицентра.- Изв. АН СССР. Физика Земли, 1979, № 8, с.64-71.

35. Сейсмические модели литосферы основных геоструктур территории СССР. М., "Наука", 1980.
36. СТО ЕАГО 019-01-95. Геофизическая аппаратура и оборудование. Станции сейсморазведочные цифровые. Параметры и характеристики. (Стандарт Евро-Азиатского геофизического общества). Москва. 1995.
37. СТО ЕАГО 022-01-98. Геофизическая аппаратура и оборудование. Станции сейсморазведочные цифровые. Методы измерений основных параметров. (Стандарт Евро-Азиатского геофизического общества). Москва. 1998.
38. Технический отчет «Проведение комплекса сейсмологических исследований в районе радиусом 30 км от площадки размещения Нижегородской АЭС для дополнения материалов ПООБ» / Отв. исполнитель В.В. Недядько. М., ООО «АСИ», 2010. 110 с.
39. Технический отчет «Проведение режимных сейсмологических исследований для уточнения сеймотектонических условий площадки размещения Тверской АЭС» / Отв. исполнитель В.В. Недядько. М., ООО «АСИ», 2010. 113 с.
40. Технический отчет «Проведение режимных сейсмологических наблюдений для уточнения сейсмогеодинамического режима и сейсмологических условий района размещения Северной АЭС» / Отв.исполнитель В.В.Недядько.М., ООО «АСИ», 2009.73 с.
41. Уломов В.И., Шумилина Л.С. Сейсмическое районирование России на основе автоматизированных технологий // Проект. 1998. №3. С. 4-8.
42. Уломов В.И. Макросейсмический режим и дифференцированная оценка сейсмических воздействий // журнал "ГеоРиск", 2009. С. 16-19.
43. Н.В.Шебалин, С.С.Арефьев, В.Ю.Васильев, Р.Э.Татевосян. От сейсмичности площадей к структуре сейсмичности. Изв. АН СССР. 1991. № 9, стр. 20-28.
44. Юдахин Ф.Н., Капустян Н.К. Микросейсмические наблюдения. / Материалы семинара по микросейсмам в рамках конференции «Геодинамика и

геологические изменения в окружающей среде северных регионов». Архангельск, 2004.

45. Юдахин Ф.Н., Французова В.И., Николаев А.В., Морозов А.Н. Сейсмичность Архангельской области: контроль природных и техногенных катастроф и процессов // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009, № 4. С. 421-428.

Лист согласования

«Мониторинг сейсмологических условий районов размещения АЭС»

Заместитель Генерального директора-
директор по проектному инжинирингу



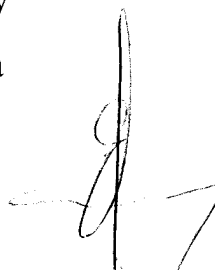
А.К. Полушкин

Заместитель Генерального директора-
директор по капитальному строительству



В.Н. Сучков

Заместитель директора по капитальному
строительству – директор Департамента
проектных, изыскательских, научно-
исследовательских работ и экспертизы



Ю.Г. Ермаков

Нормоконтролер



Н.Г. Пересветова