

УДК 550.34

Особенности создания и эксплуатации системы сейсмической защиты для АЭС

© 2017 г. Ф.О. Аракелян¹, Ю.Н. Зубко¹, Д.Г. Левченко²

¹ ООО “Атомсейсмоизыскания”, г. Москва, Россия

² Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, г. Москва, Россия

Автор для переписки: Д.Г. Левченко, e-mail: levch35@mail.ru

Главное

- Под защитой АЭС понимается как защита самого сооружения, так и окружающей среды
- Основное требование - высокая надежность выделения опасных сейсмических событий
- Система сейсмической защиты АЭС состоит из нескольких сейсмических групп
- Сигналы, превышающие заданные пороги, подаются на схему совпадений
- Алгоритм срабатывания два из трех исключает возникновение ложного сигнала

Аннотация

Требования к сейсмостойкости атомных электростанций (АЭС) отличаются существенной спецификой по сравнению с подобными требованиями для других промышленных объектов. Это связано с необходимостью защиты не только самой АЭС, но и окружающей среды от радиационной опасности. Согласно специальным нормам, даже при достаточно малой действительной сейсмичности площадки строительства АЭС должна быть спроектирована на воздействие максимального расчетного для данного региона землетрясения с пиковым ускорением. Необходимо отметить, что принципы построения и функционирования систем сейсмической защиты АЭС, коренным образом отличаются от систем, используемых для текущего мониторинга сейсмических событий. Основными требованиями к системам защиты являются выделение с высокой надежностью сейсмических событий, опасных для работы АЭС, обеспечение своевременного оповещения операторов, уменьшение вероятности ложных тревог, исключение несанкционированного доступа к системе. В 2014–2015 гг. в ООО “Атомсейсмоизыскания” была разработана и пущена в опытную эксплуатацию система сейсмической защиты (ССЗ-1М) энергоблоков Смоленской АЭС. Система состоит из шести сейсмических групп – по две группы на каждый энергоблок АЭС. Группа содержит три независимых сейсмоизмерительных тракта, датчики которых разнесены по поверхности на расстояния до 500 м вокруг соответствующего блока. В каждом тракте измеряются три компонента сейсмического сигнала, вычисляется вектор ускорения и сравнивается с установленным порогом. Сигналы, превышающие порог, поступают на схему совпадений с алгоритмом срабатывания два из трех. Такая схема исключает возникновение ложного сигнала тревоги при локальном воздействии на один из трактов. Элементы системы выбраны с высокой надежностью и стабильностью во времени. Тракты системы прошли соответствующую метрологическую аттестацию. В системе производится автоматическая непрерывная диагностика неисправностей. Программы функционирования системы и ее диагностики независимы и разделены аппаратурно. Все действия оператора с системой фиксируются. Для исключения возможности внешнего воздействия система защиты ССЗ-1М не имеет выхода в Интернет. Были разработаны специальные имитаторы сейсмических сигналов для проверки работоспособности системы при ее развертывании.

Ключевые слова: сейсмический мониторинг, аппаратурное обеспечение АЭС, Смоленская АЭС, алгоритмы срабатывания, пороги защиты, интерфейсы связи.

Цитируйте эту статью как: Аракелян Ф.О., Зубко Ю.Н., Левченко Д.Г. Особенности создания и эксплуатации системы сейсмической защиты для АЭС // *Сейсмические приборы. 2017. Т. 53, № 3. С.20–30. DOI: 10.21455/si2017.3-2.*

Литература

- Антоновская Г.Н., Капустян Н.К., Рогожин Е.А.* Сейсмический мониторинг промышленных объектов: проблемы и пути решения // *Сейсмические приборы*. 2015. Т. 51, № 1. С.5–15.
- Аракелян Ф.О.* Методика и результаты исследований сейсмической опасности площадок АЭС. Ереван: Егея, 2009. 108 с.
- Аракелян Ф.О., Мнацаканян В.Л., Акопян Г.А.* Экспериментальные исследования по сейсмозащите сооружений АЭС // *Экспресс-информация “Энергетика электрификация”*. Сер. Сооружения атомных электростанций. 1988, вып. 9. С.11–74.
- Карты общего сейсмического районирования территории Российской Федерации – ОСР-97. Москва, 2000.
- Маловичко А.А., Старовойт О.Е., Габсатарова И.П., Коломиец М.В., Чепкунас Л.С.* Катастрофическое землетрясение Тохоку 11 марта 2011 г. в Японии // *Сейсмические приборы*. 2011. Т. 47, № 1. С.5–16.
- Нормы проектирования сейсмостойких атомных станций: НП-031-01. Госатомнадзор России. 2001.
- Сейсмичность и сейсмическое районирование Северной Евразии / Отв. ред. В.И. Уломов. Т. 1–3. М.: ИФЗ РАН, 1993. 490 с.
- Сидорин А.И.* О радиационной обстановке на Камчатке после аварии на АЭС “Фукусима-1” // *Геофизические процессы и биосфера*. 2013. Т. 12, № 2. С.67–80.
- Andrews A., Folger P.* Nuclear power plant design and seismic safety considerations // *Energy and Natural Resources Policy*. 2012. January 12. P.20–23.
- Bolleter W., Zeck K.* Seismic monitoring in nuclear power plants – yesterday and today // *DAAtF*. 2013. V. 58, N 6. P.346–347.
- Devaux M., Lestuzzi P.* Seismic vulnerability of monumental buildings in Switzerland // *Proc. 9th Intern. Conf. Struct. Stud. Repair. Maint. Herit. Archit. IX*. 2005. V. 83. P.215–225.
- Forni M., De Grandis S.* Seismic-Initiated events risk mitigation in LEad-cooled Reactors: the SILER Project // *Proc. of the 15 WCEE*. 2012. Lisbon, September 24–28.
- Forni M., Poggianti A., Bianchi F., Forasassi G., Frano R.L., Pugliese G., Perotti F., Corradi dell’Acqua, Domaneschi M., Carelli M.D., Ahmed M.A., Maioli A.* Seismic isolation of the Iris Nuclear Plant // *Proceedings of the 2009 ASME pressure Vessel and Piping Conference, PVP 2009*, July 26–30, 2009, Prague, Czech Republic.
- IAEA No. SSG-9 – Seismic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations. Specific Safety Guide No.SSG-9.ISBN 978–92–0–102910–2, IAEA, Vienna, 2010. 62 p.
- Medel-Vera C, Ji T.* Seismic protection technology for nuclear power plants: a systematic review // *J. Nucl. Sc. Techn.* 2015. V. 52, Is. 5. P.607–632. <http://dx.doi.org/10.1080/00223131.2014.980347>.
- Moon F.I., Yi T., Leon R.T., Kahn L.F.* Recommendations for the seismic evaluation and retrofit of low-rise URM structures // *J. Struct. Engin. (ASCE)*. 2006. V. 132, N 5. P.663–672.
- Radeva S.* Multiple-model structural control for seismic protection of nuclear power plant // *Nuclear. Engineering and Design*. 2010. V. 240, Is. 4. P.891–898.

Сведения об авторах

АРАКЕЛЯН Фридрих Оганесович – кандидат физико-математических наук, генеральный директор ООО “Атомсейсмоизыскания”. 125040, Москва, ул. Скаковая, д. 32/2. E-mail: atomseis@gmail.com

ЗУБКО Юрий Николаевич – руководитель группы, ООО “Атомсейсмоизыскания”. 125040, Москва, ул. Скаковая, д. 32/2. E-mail: zubko_un@inbox.ru

ISSN: 0131-6230, eISSN: 2312-6965, DOI: 10.21455/si, http://elibrary.ru/title_about.asp?id=25597).
English translation: *Seismic Instruments*, ISSN: 0747-9239 (Print) 1934-7871 (Online),
<https://link.springer.com/journal/11990>

Сейсмические приборы. 2017. Т. 53, № 3, с.20-30. DOI: 10.21455/si2017.3-2

The metadata in English is presented at the end of the article!

ЛЕВЧЕНКО Дмитрий Герасимович – доктор технических наук, главный научный сотрудник,
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН. 117951, Москва, Нахимовский пр., д. 36. Тел.:
+7(499) 124-87-01, +7(495) 427-73-85. E-mail: levch35@mail.ru