

С. Ф. Сверчков

ГСП "Чернобыльская АЭС", а/с 11, Славутич, Киевская обл., 07100, Украина

ИНТЕГРИРОВАННАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ОБЪЕКТА «УКРЫТИЕ»

Представлено описание интегрированной автоматизированной системы контроля объекта «Укрытие»: назначение, состав, характеристики оборудования, контролируемые параметры, характеризующие состояние ядерной безопасности, радиологической защиты персонала и строительных конструкций объекта «Укрытие».

Ключевые слова: объект «Укрытие», система контроля, контролируемые параметры.

Создание интегрированной автоматизированной системы контроля объекта «Укрытие» (ИАСК) выполнялось в соответствии с задачей 17 «Интегрированная система мониторинга», входящей в цель 4 «Повышение безопасности персонала и окружающей среды» Плана осуществления мероприятий на объекте «Укрытие» (ПОМ) [1].

В рамках этой задачи с целью обеспечения комплексного подхода при создании систем мониторинга ОУ 05.11.2001 ГСП ЧАЭС было принято техническое решение № 3/01 объекта «Укрытие» «О разработке ИАСК», носящее характер программного решения ПОМ о дальнейшей проработке различных систем контроля в рамках одного проекта ИАСК [2].

В октябре 2003 г. был заключен контракт с Консорциумом в составе Ansaldo Nucleare, CESI, Alcatel, Alenia (итальянские компании), ОП «Атомремонтсервис» НАЭК «Энергоатом».

28 февраля 2012 г. председателем комиссии заказчика (ГСП ЧАЭС) подписан акт приемки законченного строительством объекта "ИАСК".

После проведения опытно-промышленной эксплуатации 04.02.2016 Госатомрегулирования Украины выдало отдельное разрешение (серия ОД № 000033/10) на эксплуатацию ИАСК объекта «Укрытие».

ИАСК предназначена для [3]:

сбора и сохранения данных о параметрах состояния объекта «Укрытие», его локальной зоны и площадки в районе ЧАЭС, необходимых для последующего анализа с целью своевременного определения негативных тенденций, приводящих к снижению уровня безопасности объекта «Укрытие»;

предоставления данных в визуальном и/или звуковом форматах, характеризующих контролируемое состояние объекта «Укрытие»;

обмена данными с интегрированной базой данных объекта «Укрытия» (ИБДУ).

Все связанные с ИАСК внешние системы подключены на уровне ИСК через отдельную сеть Ethernet с использованием протокола TCP/IP.

ИАСК представляет собой распределенную информационную систему, состоящую из двух уровней – верхнего (ИСК - интегрированная система контроля) и нижнего (ПСК - первичные системы контроля).

Верхний уровень ИАСК включает в себя ИСК – централизованную информационную систему (интегрирующую ПСК в единую информационную систему), которая обеспечивает сбор, накопление, хранение, обработку и отображение информации, поступающей от ПСК, а также передачу этой информации смежным информационным системам.

Нижний уровень ИАСК включает в себя четыре ПСК:

систему контроля ядерной безопасности (СКЯБ);

стационарную систему радиационного контроля (ССРК);

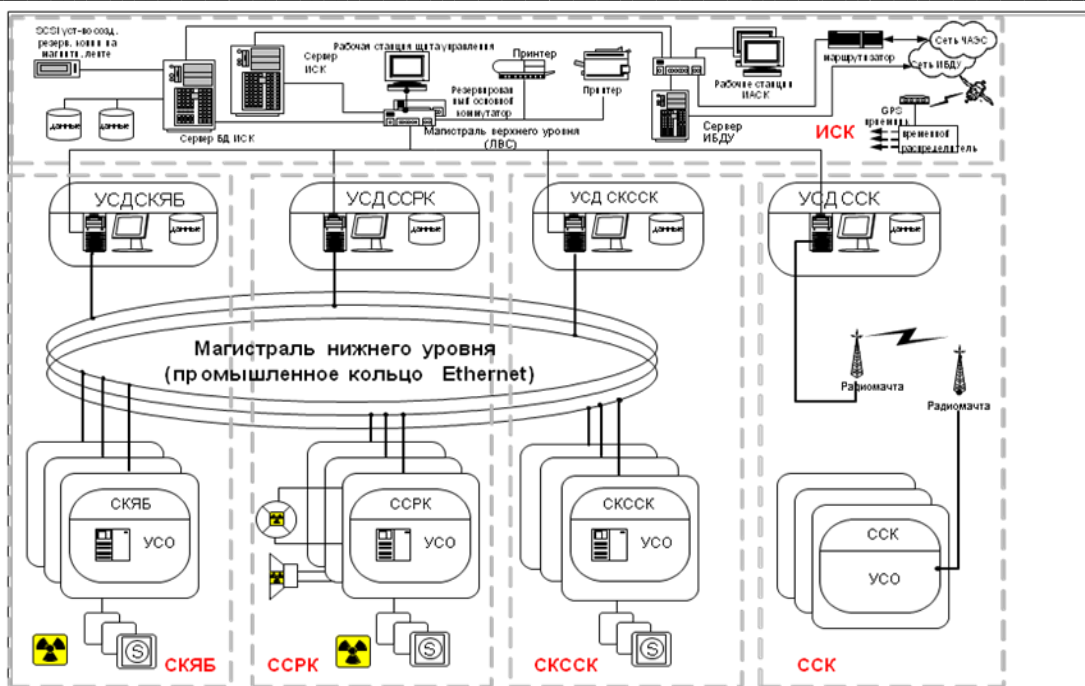
систему контроля состояния строительных конструкций (СКССК);

систему сейсмического контроля (ССК).

ПСК разработаны как независимые системы, способные работать автономно (отказ любой из ПСК не влияет на работу других ПСК и ИСК и не мешает выполнять их основные функции). Каждая ПСК разработана как распределенная система, состоящая из нескольких устройств связи с объектом (УСО) с подключенными к ним измерительными датчиками и одного устройства сбора данных (УСД).

В соответствии с технологическим регламентом 1Р-ОУ ИАСК выполняет технологическую функцию контроля состояния объекта "Укрытие" [4].

© С. Ф. Сверчков, 2019



Общая архитектура ИАСК

СКЯБ и ССРК классифицированы как системы нормальной эксплуатации, важные для безопасности объекта «Укрытие», поскольку эти системы выполняют контрольные функции радиологической защиты персонала и населения, и неисправность технических средств систем может привести к превышению пределов доз облучения персонала и неконтролируемому выходу радиоактивных веществ за установленные границы.

СКССК и ССК классифицированы как системы нормальной эксплуатации, не влияющие на безопасность объекта «Укрытие», поскольку их неисправность непосредственно не приводит к облучению персонала и неконтролируемому выходу радиоактивных веществ за установленные границы.

Система контроля ядерной безопасности (СКЯБ) предназначена для непрерывного автоматизированного контроля состояния неорганизованных скоплений ТСМ в помещениях объекта «Укрытие», для предоставления персоналу информации о контролируемых параметрах и сигнализации при превышении пороговых значений (уставок) контролируемых параметров.

Технические средства СКЯБ состоят из:

- 19 комплектов блоков датчиков;
- кабелей связи, соединяющих датчики с блоками нормирующих усилителей (БНУ), и БНУ с УСО;

- 19 блоков нормирующих усилителей (предусилитель NSMS-P-NAU и усилитель NSMS-A-NAU), по одному на датчик;

- 6 УСО (NSMS-DAU);

- 1 УСД (NSMS-DCU);

- локальной промышленной сети между УСО и УСД;

- кабелей связи с ИСК.

Блок датчиков СКЯБ состоит из трех основных элементов: ионизационной камеры типа IG34 (измерения МЭД); импульсной камеры деления типа FC216A/2000/235 (измерения ППН); соединительных кабелей.

Детектором мощности экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения служит ионизационная камера IG34 компании CENTRONIC. Камера предназначена для измерения потока гамма-излучения в диапазоне от 100 мР/ч до 10^4 Р/ч. Чувствительность камеры к гамма-излучению по ^{137}Cs порядка $1,5 \cdot 10^{-10}$ А/ч. Чувствительный объем камеры 6 см³, в качестве газа наполнителя используют ксенон давлением 2 МПа.

Детектором плотности потока нейтронов (ППН) датчика СКЯБ является устройство FC216A/2000/235 компании CENTRONIC. Устройство представляет собой высокочувствительную коаксиальную камеру деления с диапазоном измерения для тепловых нейтронов от 10 до 10^6 н/(см²·с).

Для повышения эффективности обнаружения камерой деления нейтронов в необходимом энергетическом диапазоне детектор ППН имеет оболочку из полиэтилена высокой плотности толщиной 22,375 мм. Слой полиэтилена обеспечивает уменьшение энергии нейтронов, позволяя осуществлять контроль ППН с использованием ^{235}U , чувствительного преимущественно к тепловым нейтронам.

Стационарная система радиационного контроля (ССРК) предназначена для непрерывного автоматизированного контроля параметров радиационной обстановки в помещениях и на территории локальной зоны, а также организованного выброса из объекта "Укрытие" в новую вентиляционную трубу (НВТ).

ССРК контролирует следующие параметры радиационной обстановки: мощность дозы гамма-излучения; концентрацию (объемную активность) альфа- и бета-радионуклидов в воздухе; активность газо-аэрозольного выброса через «байпас» системы вытяжной вентиляции и газоочистки (СВГ объекта «Укрытие») в НВТ.

Технические средства ССРК состоят из:

35 датчиков измерения мощности дозы гамма-излучения (SRMS-S-GDR) в помещениях объекта «Укрытие»;

4 датчиков измерения мощности дозы гамма-излучения (SRMS-S-GDR) на промплощадке ЧАЭС;

11 датчиков измерения альфа- и бета-аэрозолей в воздухе помещений объекта «Укрытие» (SRMS-S-AIR);

4 датчиков измерения альфа- и бета-аэрозолей в воздухе на промплощадке ЧАЭС (SRMS-S-AIR);

2 датчиков измерения объемной активности альфа- и бета-радионуклидов в воздухе на линии «байпас» СВГ ОУ в НВТ (SRMS-S-AIR);

2 датчиков контроля расхода воздуха (SRMS-S-GAS) через «байпас» СВГ объекта «Укрытие» в НВТ с ультразвуковыми излучателями (SRMS-USS-GAS) и датчиком контроля температуры и влажности (SRMS-THS-GAS);

14 УСО (SRMS-DAU-GDR, SRMS-DAU-AIR и SRMS-DAU-REL) внутри объекта «Укрытие»;

4 УСО (SRMS-DAU-LZ) на промплощадке ЧАЭС;

50 устройств звуковой и световой сигнализации;

1 УСД (SRMS-DCU);

локальной промышленной сети между УСО и УСД;
кабелей связи.

Все УСО ССРК, установленные в помещениях объекта «Укрытие» (кроме SRMS-DAU-REL-002), управляют устройствами сигнализации, установленными в районе расположения датчиков, для предупреждения персонала в случае отклонения контролируемых параметров от установленных эксплуатационных пределов (предупредительные сигналы) и/или пределов безопасной эксплуатации (аварийные сигналы). Время подачи предупредительного/аварийного сигнала фиксируется УСО.

Структура ССРК предусматривает возможность ее расширения путем добавления новых УСО и соответствующих датчиков.

Датчик МЭД гамма-излучения (SRMS-S-GDR) представляет собой серийное устройство БДБГ-09, предназначенное для измерения эквивалентной дозы гамма-излучения.

Датчик контроля альфа- и бета-активных аэрозолей в воздухе MGP-ABPM201 (SRMS-S-AIR) предназначен для сбора альфа- и бета-активных аэрозолей путем пробоотбора воздуха фильтром, который является частью датчика, измерений альфа- и бета-активности фильтра и анализа измерений.

Устройство MGP-ABPM201 позволяет выполнять:

быстрое обнаружение загрязнения воздуха (бета-излучателями - ^{137}Cs , ^{60}Co и альфа-излучателями - ^{239}Pu , ^{241}Am , ^{233}U) с запуском предупредительной и аварийной сигнализаций в случае превышения пороговых значений активности;

ежедневное и ежемесячное отслеживание искусственных альфа- и бета-излучателей и естественной активности радона в воздухе с передачей результатов в режиме реального времени.

Система контроля состояния строительных конструкций (СКССК) предназначена для непрерывного автоматизированного контроля параметров, характеризующих состояние строитель-

ных конструкций объекта «Укрытие». СКССК обеспечивает предоставление информации для предупреждающего обнаружения негативных тенденций в поведении строительных конструкций, приводящих к изменению несущей способности и надежности.

Комплекс технических средств СКССК состоит из:

- 12 датчиков измерения вибраций (SSMS-S-VIB);
- 5 датчиков измерений линейных смещений (SSMS-S-LDP);
- 21 датчика измерений угла наклона (SSMS-S-AOI);
- 4 датчиков измерений линейных деформаций (SSMS-S-RLD);
- 4 УСО (SSMS-DAU) для статических параметров;
- 4 УСО (SSMS-DAU) для динамических параметров;
- 1 УСД (SSMS-DCU);
- локальной промышленной сети между УСО и УСД;
- кабелей связи с ИСК.

Для измерения параметров состояния строительных конструкций объекта «Укрытие» используют датчики следующих типов: датчик линейного смещения Geokon 4420; датчик линейной деформации Geokon 4000; датчик угла наклона Geokon 6350; датчик вибрации GeoSIG AC 21.

За исключением датчика вибрации работа датчиков основана на принципе вибрирующей струны.

Датчик вибраций GeoSIG AC-21 представляет собой стандартный сейсмограф, электронно сконфигурированный для предоставления линейного отклика входных данных ускорения.

Система сейсмического контроля (ССК) предназначена для контроля сейсмических событий в пределах площадки ЧАЭС, включая контроль локальной сейсмичности, опасных геодинамических процессов вокруг объекта «Укрытие», а также движений грунта в случае местного и удаленного землетрясения.

ССК включает в себя следующие станции сейсмических наблюдений (ССН):

- 4 внешних ССН - на удалении $10 \div 20$ км от объекта «Укрытие» (площадки «Корогод», «Машево», «Парышев», «Старые Шепеличи»);
- 1 ССН - на промплощадке ЧАЭС.

ССК оповещает персонал о землетрясении в случае, если:

магнитуда землетрясения $M > 1,5$ в 40-км зоне вокруг объекта «Укрытие» и $M > 5,5$ из района гор Вранча (Румыния);

превышения на 5 % амплитудным спектром наблюдаемых колебаний грунта на площадке объекта «Укрытие» уровня спектра проектного землетрясения.

Каждая ССН оборудована трехкомпонентным сейсмометром, способным превращать энергию сейсмических колебаний в электрическую энергию для последующей регистрации. Три ортогональных компоненты необходимы для отображения полного вектора колебаний грунта в месте установки сейсмографа. Основание сейсмографа максимально жестко закреплено в грунте.

В целом ИАСК является открытой системой, допускающей интеграцию с другими системами, которые будут реализованы на объекте «Укрытие».

ИАСК является человеко-машинной системой, работающей в реальном масштабе времени и выполняющей непрерывный и автоматический контроль параметров объекта «Укрытие».

В случае, если события, приведшие к отклонению от условий текущей эксплуатации или возникновению аварийной ситуации на объекте «Укрытие», вызвали повреждение элементов ИАСК (обрушение строительных конструкций, взрыв, пожар и т.п.), ИАСК обеспечит объем контроля параметров оставшимися в работоспособном состоянии техническими средствами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *План осуществления мероприятий на объекте «Укрытие»* // Видано 31 мая 1997 г. Копия © 1997 предоставлена службами Tasis DG IA, Европейская комиссия и Министерством энергетики США. Брюссель, 1997.
2. *Техническое решение «О разработке интегрированной автоматизированной системы контроля объекта «Укрытие»*, № 3/01-ОУ, 2001
3. *Интегрированная автоматизированная система контроля объекта «Укрытие». Оценка безопасности (заключительная)*, 2016.
4. *Технологический регламент объекта «Укрытие» реактора блока № 4 Чернобыльской АЭС (1Р-ОУ)*, 2011.

С. Ф. Свєрчков

Державне спеціалізоване підприємство «Чорнобильська АЕС», а/с 11, Славутич, Київська обл., 07100, Україна

ИНТЕГРОВАНА АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ОБ'ЄКТА "УКРИТТЯ"

Представлено опис інтегрованої автоматизованої системи контролю об'єкта «Укриття»: призначення, склад, характеристики обладнання, контрольовані параметри, що характеризують стан ядерної безпеки, радіологічного захисту персоналу і будівельних конструкцій об'єкта «Укриття».

Ключові слова: об'єкт «Укриття», система контролю, контрольовані параметри.

S. F. Svierchkov

State Specialized Enterprise "Chornobyl NPP" P.O. box 11, Slavutych, Kyiv region, 07100, Ukraine

INTEGRATED AUTOMATED SYSTEM FOR SHELTER MONITORING

It provides the description of Integrated Automated Monitoring System of the Shelter (IAMS): its purpose, configuration, equipment characteristics, monitored parameters describing the conditions of nuclear safety and radiological protection of personnel, loading capacity and reliability of building structures, seismic activity in the area of ChNPP site. IAMS is intended for collection and storage of data on parameters of Shelter condition, its local area and site within ChNPP. IAMS consists of 4 subsystems: nuclear safety monitoring system, radiation monitoring system, building structure condition monitoring and seismic monitoring system.

IAMS is equipped with light and audible alarm to warn the personnel if the monitored parameters change and cause the decrease of Shelter safety level.

Keywords: object Shelter, monitoring system, monitored parameters.

REFERENCES

1. *Shelter Implementation Plan* //Published May 31, 1997. A copy of the provided services © 1997 Tacis DG IA, theEuropean Commissionand the US Department of Energy. Brussels, 1997 (Rus)
2. *Technical decision* “On Developing an Integrated Automated Monitoring System of the Shelter”, No. 3/01-OU, 2001 (Rus)
3. *Integrated Automated Monitoring System of the Shelter. Safety Assessment (Final)*, 2016 (Rus)
4. *Chernobyl NPP Unit 4 Object Shelter Process Regulations*, 1R-OS, 2011 (Rus)

Надійшла 14.01.2019

Received 14.01.2019