
ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

RESEARCH INSTRUMENTS AND METHODS

УДК 004.932, 539.1, 621.039

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА РАДИАЦИОННО-МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО, ПОЖАРНОГО И ВИДЕОКОНТРОЛЯ С АВТОНОМНЫМ ПИТАНИЕМ

*А. Н. НОВИК^{1), 2)}, П. В. КУЧИНСКИЙ¹⁾,
Г. И. ХИЛЬКО¹⁾, В. А. КОЖЕМЯКИН²⁾, Е. В. БЫСТРОВ²⁾*

¹⁾Институт прикладных физических проблем им. А. Н. Севченко БГУ,
ул. Курчатова, 7, 220045, г. Минск, Беларусь

²⁾Атомтех, ул. Гикало, 5, 220005, г. Минск, Беларусь

Для автоматизации процесса мониторинга радиационной и пожарной обстановки территории разработана и запущена в опытную эксплуатацию автоматизированная система радиационно-метеорологического, пожарного и видеоконтроля с автономным питанием. Система состоит из двух независимых и взаимодополняющих подсистем (подсистемы радиационно-метеорологического контроля и подсистемы пожарного и видеоконтроля) и представляет собой иерархическую информационную сеть с территориально разнесенными постами радиационно-метеорологического и видеоконтроля на базе 31 пожарно-наблюдательной вышки. Все посты имеют в своем составе программно-аппаратные средства, обеспечивающие функционирование системы по заданным алгоритмам сбора, обработки, хранения и отображения информации. Кроме того, каждый пост поддерживает коммуникационные связи для обеспечения передачи информации в пределах информационной сети. В состав системы входит центр реагирования, который оснащен программно-аппаратными средствами для приема, обработки, хранения и отображения информации с постов радиационно-метеорологического и видеоконтроля. Коммуникация между постами радиационно-метеорологического и видеоконтроля и центром реагирования осуществляется через интернет. Такая конфигурация системы обеспечивает территориальную гибкость при выборе места размещения центра реагирования и простую интеграцию элементов системы различных уровней. Особенностью системы является оснащение

Образец цитирования:

Новик АН, Кучинский ПВ, Хилько ГИ, Кожемякин ВА, Быстров ЕВ. Информационно-измерительная автоматизированная система радиационно-метеорологического, пожарного и видеоконтроля с автономным питанием. *Журнал Белорусского государственного университета. Физика.* 2023;3:75–86.
EDN: UXMSMH

For citation:

Novik AN, Kuchinsky PV, Khilko GI, Kozhemyakin VA, Bystrov EV. Information-measuring automated system of radiation-meteorological, fire and video control with autonomous power supply. *Journal of the Belarusian State University. Physics.* 2023;3:75–86. Russian.
EDN: UXMSMH

Сведения об авторах см. на с. 86.

Information about the authors see p. 86.



постов, не имеющих промышленной питающей сети, фотоэлектрическими станциями. Назначение системы – надежный, достоверный, непрерывный автоматизированный контроль радиационной и пожарной обстановки для раннего обнаружения пожаров и оперативного принятия решения при возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Ключевые слова: автоматизированная система; ионизирующее излучение; радиационно-метеорологический мониторинг; видеоконтроль; солнечная электростанция.

INFORMATION-MEASURING AUTOMATED SYSTEM OF RADIATION-METEOROLOGICAL, FIRE AND VIDEO CONTROL WITH AUTONOMOUS POWER SUPPLY

A. N. NOVIK^{a, b}, P. V. KUCHINSKY^a,
G. I. KHILKO^a, V. A. KOZHEMYAKIN^b, E. V. BYSTROV^b

^aA. N. Sevchenko Institute of Applied Physical Problems, Belarusian State University,
7 Kurchatava Street, Minsk 220045, Belarus

^bAtomteh, 5 Gikala Street, Minsk 220005, Belarus

Corresponding author: G. I. Khilko (hilko_313@mail.ru)

To automate the process of monitoring the radiation and fire situation of the territory, an automated system of radiation-meteorological, fire and video control with autonomous power supply was developed and put into trial operation. The system consists of two independent and mutually complementary subsystems (the radiation-meteorological control subsystem and the fire and video control subsystem) and is a hierarchical information network with territorially separated radiation-meteorological and video control posts based on 31 fire observation towers. All posts include software and hardware that ensure the functioning of the system according to specified algorithms for collecting, processing, storing and displaying information. In addition, each post maintains communication links to ensure the delivery of information within the information network. The system includes a response centre, which is equipped with software and hardware for receiving, processing, storing and displaying information from radiation-meteorological and video control posts. Communication between the radiation-meteorological and video control posts and the response center is carried out via the Internet. This configuration of the system provides territorial flexibility in choosing the location of the response centre and easy integration of different levels of the system with each other. A feature of the system is the equipping of stations with no industrial supply network with photovoltaic power plants. The purpose of the system is reliable, credible, continuous automated monitoring of the radiation and fire situation for early detection of fires and prompt decision-making in the event of natural and man-made emergencies.

Keywords: automated system; ionising radiation; radiation-meteorological monitoring; video control; solar power plant.

Введение

Беларусь, как одно из наиболее пострадавших при аварии на Чернобыльской АЭС государств, уделяет большое внимание ликвидации ее последствий для безопасности проживания и жизнедеятельности населения в пределах страны.

Необходимость радиационно-экологического, пожарного и видеоконтроля территории также обусловлена наличием вблизи границ республики четырех АЭС сопредельных государств и вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС¹ [1].

На всех АЭС России функционируют автоматизированные системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) в районах их расположения, объединенные в отраслевую подсистему с центральным пультом контроля в кризисном центре концерна «Росэнергоатом».

При создании АСКРО российских АЭС использовалось в основном отечественное оборудование (система «Атлант», размещенная на всех АЭС, кроме Кольской и Ленинградской АЭС). Дополнительно к системе «Атлант» на Балаковской, Калининской и Курской АЭС установлена система «SkyLink» (Германия). На Кольской и Ленинградской АЭС применяются системы фирмы *Rados Technology* (Финляндия)².

¹Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты : рук. по безопасности. Вена : Междунар. агентство по атом. энергии, 2016. 141, [19] с. (Серия норм безопасности МАГАТЭ ; № RS-G-1.8).

²Радиационный контроль [Электронный ресурс] // Концерн «Росэнергоатом» : [сайт]. URL: https://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/obespechenie-bezopasnosti/radiatsionnyy-kontrol/ (дата обращения: 15.09.2022).

Оборудованные системой «SkyLink» АСКРО функционируют на Игналинской АЭС (Литва), Чернобыльской АЭС (Украина) и всех 19 АЭС Франции³.

В белорусской части зоны отчуждения Чернобыльской АЭС расположен Полесский государственный радиационно-экологический заповедник. Территория заповедника в наибольшей степени подверглась радиоактивному загрязнению при аварии на Чернобыльской АЭС. В настоящее время там ведется хозяйственная деятельность, и одним из основных требований к администрации заповедника является контроль радиоактивного загрязнения, а также проведение мероприятий по обнаружению и ликвидации очагов возгорания. На территории заповедника размещена сеть пожарно-наблюдательных вышек высотой 30–35 м. Мониторинг пожарной обстановки ведется в пожароопасный период силами работников заповедника, которые каждые сутки осуществляют визуальное наблюдение за территорией с пожарно-наблюдательных вышек, используя бинокли. Мониторинг радиационной обстановки выполняется путем периодического измерения в ручном режиме мощности дозы гамма-излучения с применением портативных дозиметров. Это требует наличия определенных человеческих и технических ресурсов, в связи с чем актуальной задачей стали разработка и создание автоматизированной системы контроля пожарной и радиационной обстановки данной территории. Еще одной актуальной задачей при разработке и создании такой системы являлось проектирование автономных блоков питания на основе фотоэлектрических станций.

Общая структура автоматизированной системы радиационно-метеорологического, пожарного и видеоконтроля

С точки зрения коммуникаций система радиационно-метеорологического, пожарного и видеоконтроля (далее – система) представляет собой иерархическую информационную сеть с территориально разнесенными постами радиационно-метеорологического и видеоконтроля (далее – ПРМВК) на базе 31 пожарно-наблюдательной вышки Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Все ПРМВК имеют в своем составе программно-аппаратные средства, обеспечивающие функционирование системы по заданным алгоритмам сбора, обработки, хранения и отображения информации.

Система состоит из двух независимых и взаимодополняющих подсистем – подсистемы радиационно-метеорологического контроля и подсистемы пожарного и видеоконтроля. Выбор конфигурации системы, параметров радиационного контроля и соответствующих блоков детектирования гамма-излучения основывался на существующей АСКРО Белорусской АЭС [2–5].

В состав системы также входит центр реагирования (ЦР), который оснащен программно-аппаратными средствами для приема, обработки, хранения и отображения информации, получаемой с ПРМВК.

Коммуникация между ПРМВК и ЦР осуществляется через интернет. Для этого все ПРМВК оснащены GSM-модемами, выход в интернет выполняется через одного из сотовых операторов Беларуси. Такая конфигурация системы обеспечивает территориальную гибкость при выборе места размещения ЦР и простую интеграцию составных элементов системы.

Особенностью системы является отсутствие на большинстве пожарно-наблюдательных вышек промышленной питающей сети. Для решения этой проблемы 26 ПРМВК оснащены разработанными фотоэлектрическими станциями.

На рис. 1 (см. вклейку) представлена общая структура системы.

По функциональному назначению оборудование каждого из ПРМВК системы можно разделить на следующие блоки: блок видеоканала, блок радиационного мониторинга и управления работой оборудования ПРМВК, блок питания на основе фотоэлектрических станций.

На каждом ПРМВК блок видеоканала включает поворотную и четыре стационарные видеокамеры, охранную видеокамеру, маршрутизаторы и GSM-модем.

Блок радиационного мониторинга и управления работой оборудования ПРМВК состоит из модуля управляющей электроники, дозиметрического блока детектирования БДКГ-224, спектрометрического блока детектирования БДКГ-211М и метеостанции WXT-536 (Финляндия)⁴.

Каждый ПРМВК оснащен двумя датчиками радиационного контроля, один из них размещен снизу, а другой – на вершине пожарно-наблюдательной вышки. Таким образом, измеряется радиационный фон на уровне земли и на высоте 30–35 м.

³Интегрированная автоматизированная система контроля радиационной обстановки (АСКРО) на базе «SkyLink» для атомных станций, предприятий РосРАО и других радиационно опасных объектов [Электронный ресурс] / ОАО «Союзатомприбор»; дизайн Н. Кравцова. URL: <https://www.calameo.com/read/002942705a1dcd81ec684/> (дата обращения: 15.09.2022).

⁴Vaisala [Electronic resource]. URL: <http://www.vaisala.com/> (date of access: 18.09.2022).

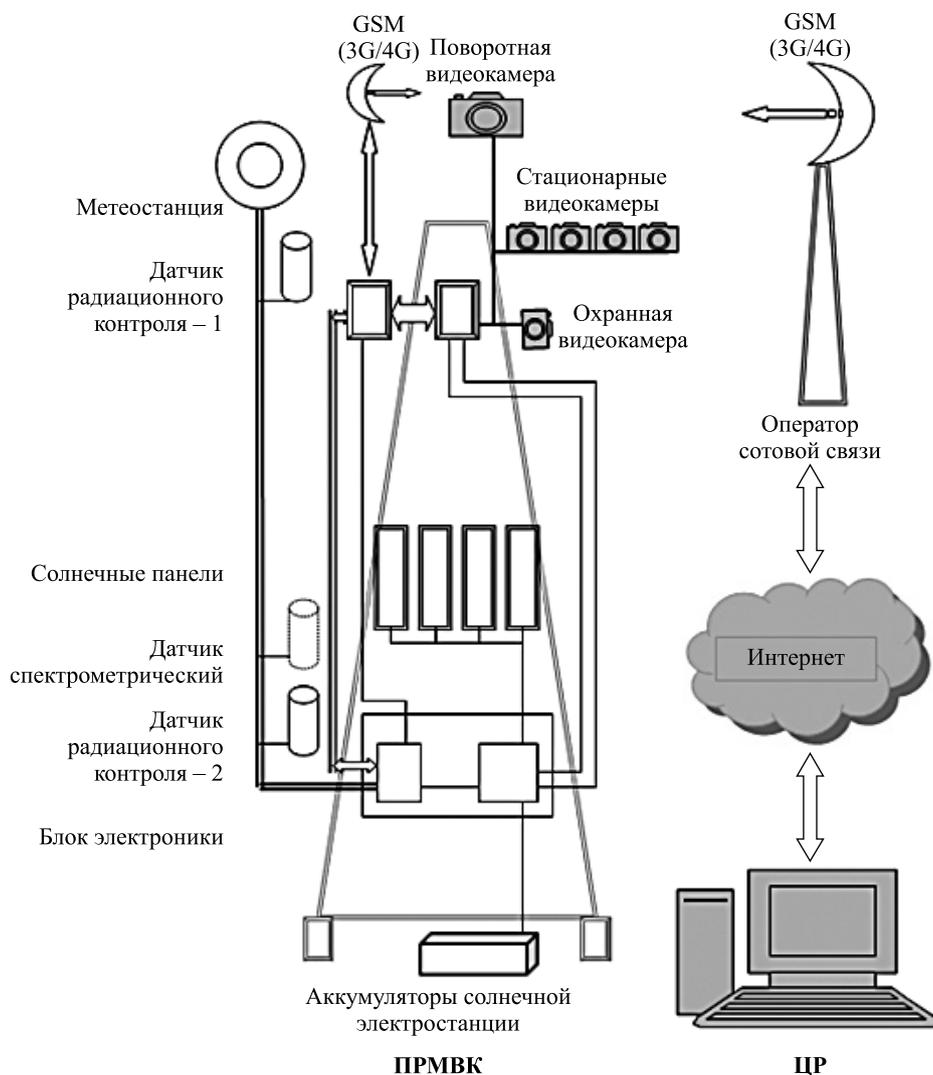


Рис. 1. Общая структура системы
Fig. 1. General structure of the system



Рис. 2. Фотография ПРМВК, оборудованного солнечной электростанцией
Fig. 2. Photograph of a radiation-meteorological and video control post equipped with a solar power plant

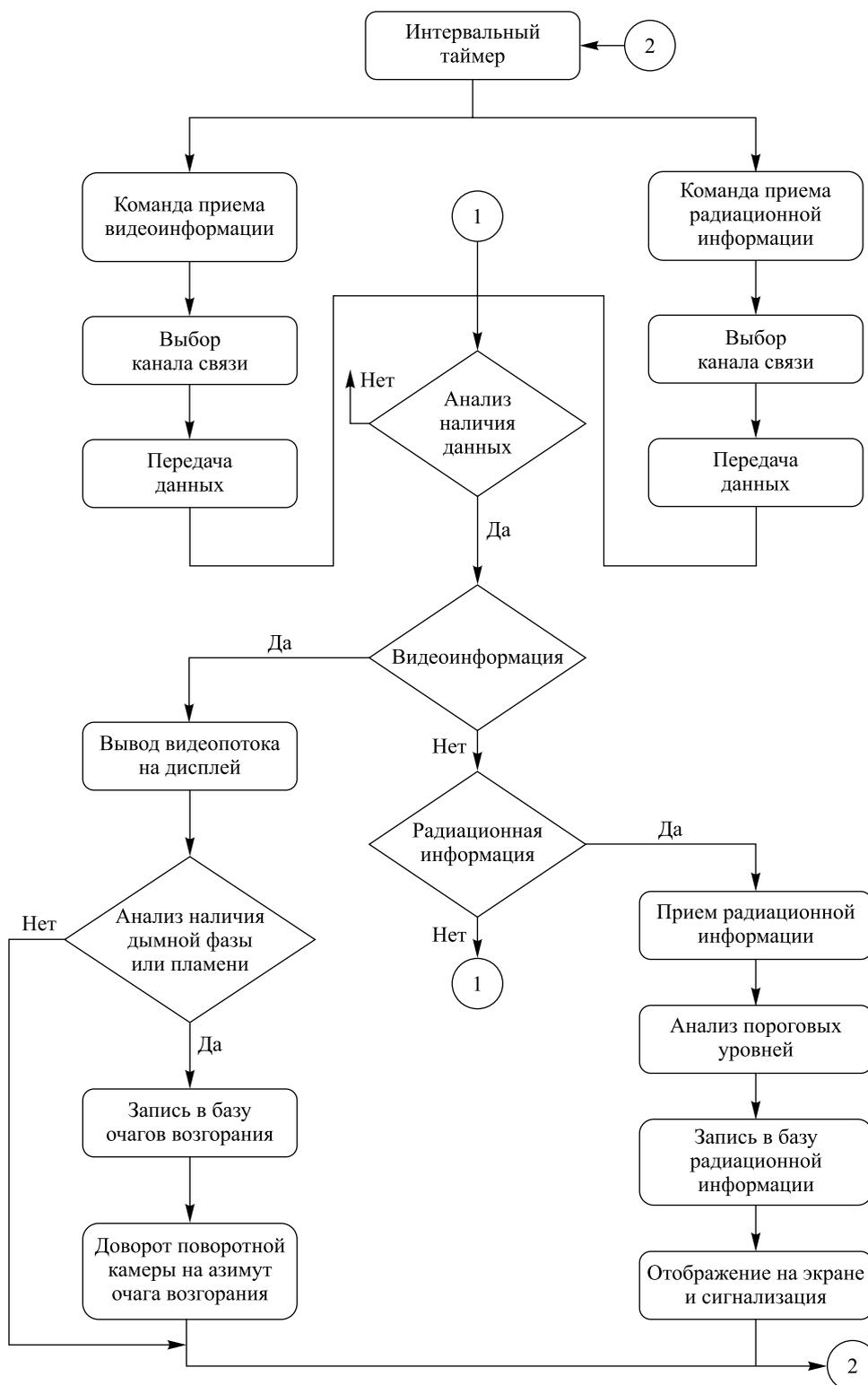


Рис. 3. Алгоритм работы системы
Fig. 3. Algorithm of operation of the system

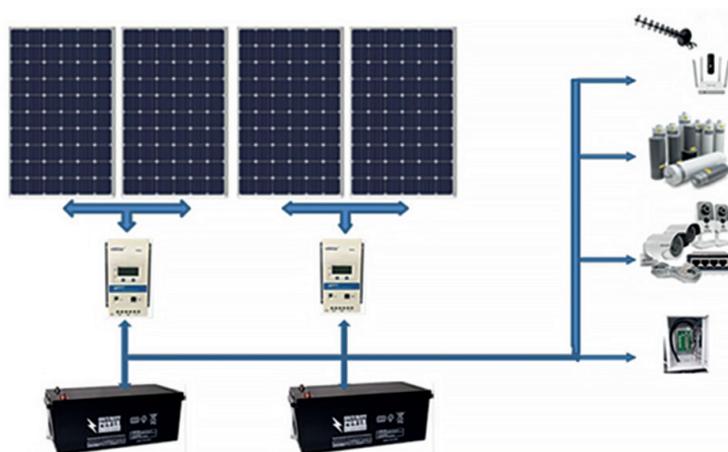


Рис. 4. Схема солнечной электростанции и подключения оборудования ПРМВК

Fig. 4. Scheme of solar power plant and connection of radiation-meteorological and video control post equipment

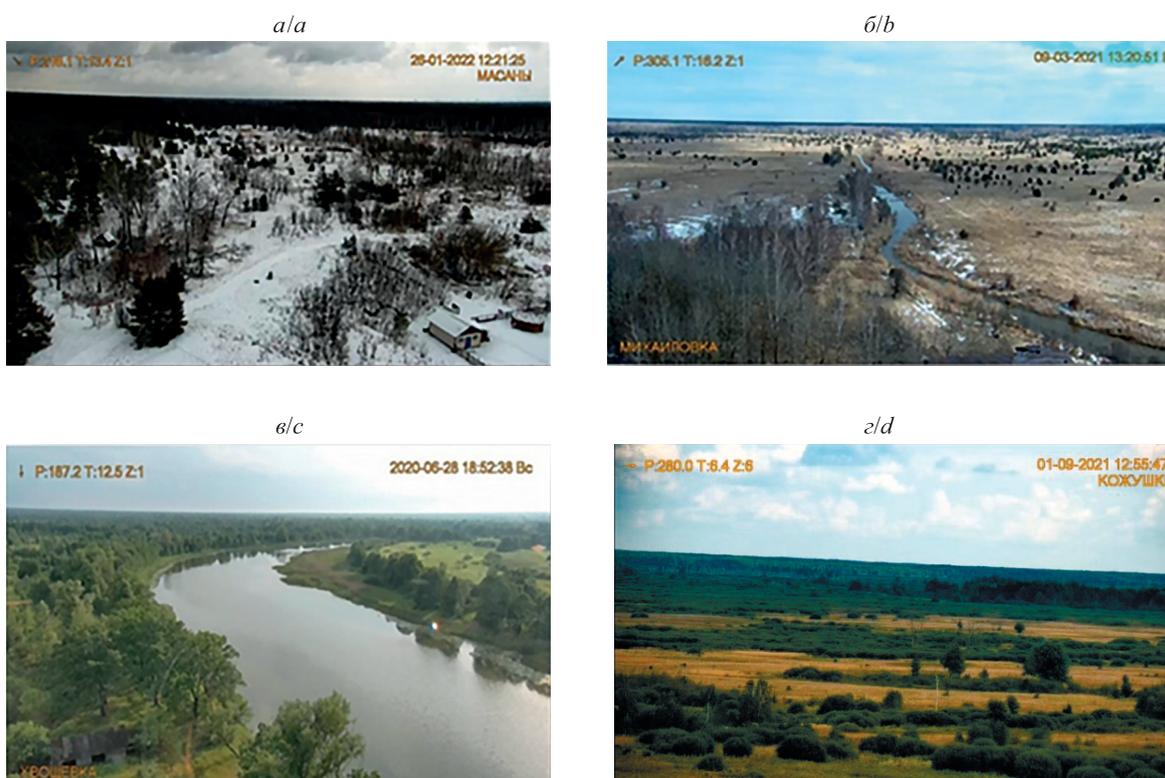


Рис. 5. Видеоизображения территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника в зимний (а), весенний (б), летний (в) и осенний (г) периоды с ПРМВК, оборудованных солнечными электростанциями

Fig. 5. Video images of the territory of the Polesie State Radiation-Ecological Reserve in winter (a), spring (b), summer (c) and autumn (d) periods with radiation-meteorological and video control posts equipped with solar power plants

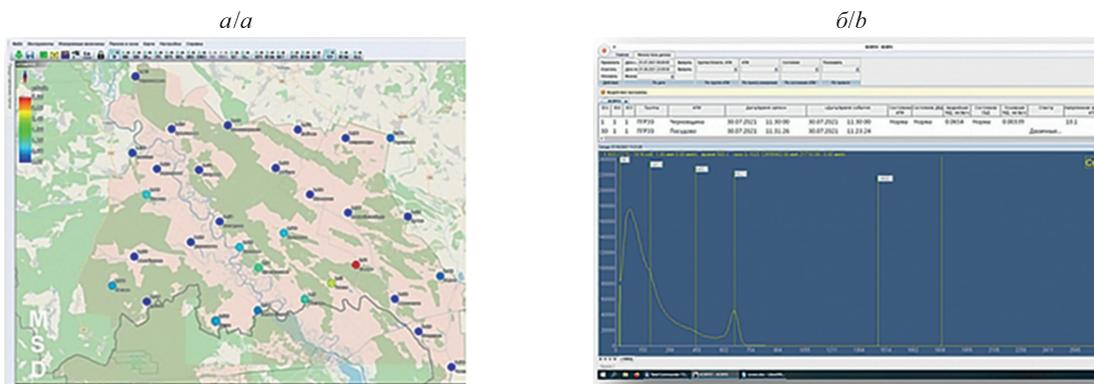


Рис. 6. Примеры отображения радиационной информации:
 а – электронная карта с отображением мощности дозы гамма-излучения;
 б – окно приложения для просмотра базы данных и отображения спектра гамма-излучения
 Fig. 6. Examples of displaying radiation information:
 а – electronic map displaying gamma radiation dose rate;
 б – application window for browsing the database and displaying the gamma radiation spectrum



Рис. 7. Пример отображения радиационной обстановки на мониторах ЦР
 Fig. 7. Example of displaying the radiation situation on the monitors of the response centre

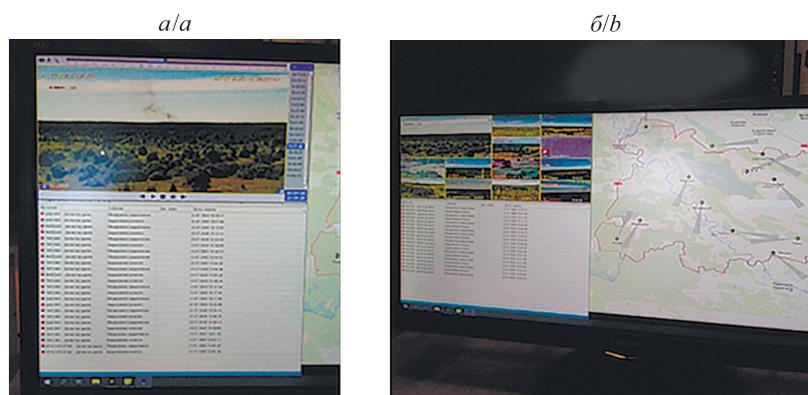


Рис. 8. Пример отображения информации на мониторах ЦР при обнаружении очагов возгорания (дыма, открытого огня)
 Fig. 8. Example of displaying information when fires (smoke, open fire) are detected on the monitors of the response centre

Во время пожаров в зоне отчуждения существует вероятность вторичного ветрового подъема и переноса радионуклидов, при этом направление их перемещения будет определяться метеорологической обстановкой. При возникновении данной ситуации во время прохождения облака радионуклидов через точку установки ПРМВК возможно увеличение показаний верхнего датчика по отношению к показаниям нижнего датчика, что позволяет определить трафик движения облака радионуклидов и является дополнительным условием обнаружения возгорания.

Блок питания на основе фотоэлектрических станций разработан на основе солнечных поликристаллических модулей мощностью 275 Вт, двух контроллеров заряда с током заряда 40 А и двух аккумуляторных батарей с напряжением 12 В и емкостью 200 А · ч. На рис. 2 (см. вклейку) приведена фотография ПРМВК, оборудованного солнечной электростанцией.

Центр реагирования собирает информацию со всех ПРМВК через интернет. Оборудование ЦР осуществляет запрос, прием, накопление, обработку и отображение информации.

На рис. 3 (см. вклейку) приведен общий алгоритм работы системы. Программное обеспечение функционирования системы установлено на сервере ЦР. Интервальный таймер задает интервалы запроса видеoinформации и показаний блоков детектирования с ПРМВК. Далее производятся выбор канала связи и передача команд выдачи информации с видеокamer и блоков детектирования гамма-излучения. После получения данных запускаются два модуля программного обеспечения – модуль радиационных измерений и модуль обработки видеoinформации.

Модуль радиационных измерений осуществляет обработку информации с блоков детектирования гамма-излучения, анализ пороговых уровней, запись в базу радиационной информации, отображение на экране и сигнализацию. Модуль обработки видеoinформации выполняет анализ наличия дымной фазы или пламени, запись в базу очагов возгорания и при обнаружении очагов возгорания доворачивает поворотную камеру на азимут очага возгорания.

Блок видеоканала

На всех пожарно-наблюдательных вышках установлены четыре стационарные видеокamеры, угол обзора каждой из которых составляет 90°, и поворотная видеокamera для обеспечения угла обзора 360° с привязкой к азимутальному кругу, что позволяет контролировать территорию вокруг вышки на удалении не менее 10 км.

Сформированные камерами видеоизображения по GSM-каналам сотовой связи (3G/4G) передаются в ЦР.

При обнаружении очагов возгорания (дыма, открытого огня) поворотные видеокamеры под управлением программно-аппаратного комплекса поворачиваются в сторону обнаруженного очага возгорания и передают видеоизображение в ЦР.

Видеокamеры имеют возможность дистанционного управления телеметрией (изменение фокусного расстояния, поворот объектива камеры к очагу возгорания для определения его координат).

В целях обеспечения бесперебойной работы системы на ПРМВК с питанием от солнечной электростанции для осуществления видеоконтроля в осенне-зимний период и во время длительных дождей предусмотрена возможность подавать электропитание на одну поворотную или четыре стационарные видеокamеры, при этом не происходит отключение и нарушение работы блока радиационного мониторинга и управления работой оборудования ПРМВК и канала передачи данных в ЦР.

На каждой вышке установлена еще одна стационарная видеокamera, контролирующая зону приближения к вышке. При обнаружении движения в поле зрения камеры видеоизображение передается в ЦР для анализа программно-аппаратным комплексом.

Все видеокamеры имеют возможность динамического изменения потока передачи данных, что позволяет уменьшить трафик в период обстановки, не связанной с возгоранием на территории.

Блок питания на основе солнечной электростанции

Оборудование ПРМВК имеет потребляемую мощность около 50 Вт. При такой потребляемой мощности вырабатываемая солнечной электростанцией энергия должна составлять 1,2 кВт · ч.

Солнечная электростанция на основе фотоэлектрических солнечных панелей мощностью 1,12 кВт разработана исходя из расчета инсоляции для географической широты Полесского государственного радиационно-экологического заповедника в наихудший месяц для выработки энергии (декабрь) с использованием программы мониторинга солнечной активности *SolarGIS*⁵. Результаты расчета выработки солнечной электростанции приведены в таблице. При возникновении ситуации, когда солнечные панели не обеспечивают необходимую мощность из-за погодных условий, недостающая энергия пополняется за счет аккумуляторов

⁵SolarGIS [Electronic resource]. URL: <https://solargis.info> (date of access: 18.09.2022).

суммарной емкостью 400 А · ч, заряда которых будет хватать на трое суток без подзарядки. Кроме того, при прогнозировании падения эффективности видеонаблюдения из-за погодных условий предусмотрена возможность дистанционно отключать некоторых потребителей (часть видеокамер) с ЦР.

Результаты расчета выработки солнечной электростанции
Results of calculation of solar power plant output

Параметры	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Количество часов пиковой нагрузки	40	56	87	118	127	132	134	116	92	71	37	30
Мощность станции, кВт	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
Выработка в месяц, кВт · ч	44	62	96	130	140	145	147	128	101	78	41	33
Количество дней в месяце	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Выработка в сутки, кВт · ч	1,42	2,21	3,09	4,33	4,52	4,83	4,74	4,13	3,37	2,52	1,37	1,06

Примечание. За год общее количество часов пиковой нагрузки достигает величины 1040, а суммарная выработка энергии составляет 1145 кВт · ч.

На рис. 4 (см. вклейку) приведена схема солнечной электростанции и подключения оборудования ПРМВК.

Блок радиационного мониторинга и управления работой оборудования ПРМВК

Электроника блока радиационного мониторинга и управления работой оборудования ПРМВК построена на базе процессора ATxmega256A1 и функционирует под управлением встроенного программного обеспечения.

Разработанный алгоритм управления обеспечивает:

- первоначальную инициализацию аппаратных средств и определение конфигурации при включении питания;
- анализ работоспособности периферии и аппаратных средств контроллера;
- мониторинг заряда аккумуляторов солнечной электростанции;
- поддержку интерфейса RS485 для опроса детекторов гамма-излучения и других сенсоров;
- поддержку порта Ethernet для проводной связи с роутерами видеоканала;
- поддержку технологии пакетного цифрового приема-передачи по протоколу UDP/IP;
- поддержку интерфейса связи с метеостанцией;
- сохранение информации в энергонезависимой памяти;
- постоянный контроль и синхронизацию работы программных модулей, выполняющих заданные функции;
- реализацию аппаратно-программного механизма перезапуска программного обеспечения при сбоях или зависании в цикле выполнения программных модулей;
- поддержку управления настроечными параметрами функционирования программного обеспечения и сохранение их в энергонезависимой памяти контроллера ПРМВК;
- поддержку инициированной передачи информации в ЦР при превышении измеренными значениями параметров заданных пороговых уровней;
- поддержку протоколов ТСР/IP, IP-адресации, уровней привилегий доступа к ПРМВК.

Каждую из перечисленных функций реализует соответствующий программный модуль. Общая синхронизация и выделение временных интервалов для работы одного из программных модулей осуществляются главным системным планировщиком. Управление параметрами функционирования программного обеспечения и их сохранение реализуются программным модулем настроек, который поддерживает интерфейс доступа с ЦР.

Передача информации в ЦР осуществляется по запросу программного обеспечения ЦР или иницируется программным обеспечением контроллера ПРМВК при превышении измеренными значениями параметров заданных пороговых уровней. При нарушении связи ПРМВК с ЦР происходит накопление информации в энергонезависимой памяти через задаваемые временные интервалы. Передача возобновляется при восстановлении нормальной работоспособности канала связи с ЦР.

В состав рассматриваемого блока входят высокочувствительный спектрометрический интеллектуальный блок детектирования гамма-излучения БДКГ-211М на основе сцинтиллятора NaI(Tl), предназначенный для быстрого обнаружения источников гамма-излучения, измерения спектра гамма-излучения

с последующей идентификацией радионуклидного состава, а также измерения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения, и широкодиапазонный дозиметрический интеллектуальный блок детектирования гамма-излучения БДКГ-224 на базе тканеэквивалентного пластмассового сцинтиллятора [6].

Дозиметрический и спектрометрический блоки детектирования гамма-излучения совместно с каналом измерения метеоданных по своим метрологическим характеристикам обеспечивают получение исчерпывающей информации о радиационной обстановке. Применяемые средства измерений соответствуют требованиям к мощности дозы гамма-излучения, чувствительности спектрометрического канала, метеопараметрам (давление, относительная влажность, скорость ветра, направление ветра, температура воздуха, жидкие и твердые осадки). Возможность изменения настроек посредством удаленного доступа позволяет оперативно проводить все действия по управлению датчиками и их диагностированию.

Центр реагирования

Центр реагирования – это верхний по отношению к ПРМВК узел информационной сети. Он оборудован сервером с системным программным обеспечением, двумя дисплеями с размером экрана по диагонали 86 дюймов для визуального отображения информации, двумя компьютеризированными рабочими местами операторов. Аппаратура ЦР имеет канал выхода в интернет.

Сервер ЦР функционирует под управлением интегрированного программного обеспечения радиационного и видеомониторинга. Это программное обеспечение определяет алгоритм работы системы, представленный на рис. 3 (см. вклейку).

На компьютерах рабочих мест операторов установлено клиентское программное обеспечение радиационного и видеомониторинга. Информация выводится на мониторы компьютеров, а также обзорные дисплеи.

Размещение пожарно-наблюдательных вышек на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника, а также информация о радиационной обстановке в режиме реального времени отображаются на карте посредством геоинформационной системы *MapInfo*⁶. Кроме того, с помощью интегрированного программного обеспечения радиационного и видеомониторинга на электронной карте отображаются векторы азимутов текущего положения поворотной камеры каждой из вышек. Контекст выводимой информации определяется настройками программного обеспечения компьютеров рабочих мест операторов.

Сформированный видеокамерами ПРМВК сигнал после передачи посредством интернета в ЦР подвергается многоступенчатой видеоаналитике программным комплексом *Интеллект*⁷.

При обнаружении очагов возгорания (дыма, открытого огня) программно-аппаратный комплекс дает команду поворотным видеокамерам ПРМВК повернуться в сторону обнаруженного очага возгорания и передавать видеоизображения в ЦР. С использованием возможности дистанционного управления телеметрией видеокамер видеоизображения очага возгорания с указанием текущих координат выводятся на мониторы компьютеров, а также обзорные дисплеи ЦР.

При обнаружении движения в поле зрения стационарной видеокамеры, контролирующей зону приближения к вышке, программно-аппаратный комплекс подает тревожный сигнал, позволяющий организовать мероприятия по предотвращению фактов вандализма и попыток умышленного выведения из строя установленного на вышке оборудования.

Использование в составе системы быстродействующих высокочувствительных спектрометрических блоков детектирования гамма-излучения дает возможность накапливать измеренные спектры гамма-излучения в базе данных ЦР и производить автоматическую идентификацию радионуклидов, фиксировать малейшие изменения радиационного фона.

Метеорологический мониторинг осуществляется метеостанцией WXT-536, установленной на ПРМВК.

Функционирование системы в автоматическом режиме

На рис. 5–8 (см. вклейку) приведены примеры видеоизображений и радиационной информации, отображаемых на мониторах ЦР.

Программно-аппаратный комплекс системы, работающей в автоматическом режиме, позволяет:

- отображать в реальном времени ситуационную обстановку на территории мониторинга;
- реагировать и выдавать тревожные сигналы и команды на исполнительные устройства благодаря многоступенчатой видеоаналитике в автоматическом режиме по ранее запрограммированным сценариям;

⁶ MapInfo [Электронный ресурс] // GIS-техника: все о ГИС и их применении : [сайт]. URL: <http://gistechnik.ru/programmy-gis/mapinfo/> (дата обращения: 18.09.2022).

⁷ ITV [Электронный ресурс]. URL: <https://www.itv.ru/> (дата обращения: 18.09.2022).

- отправлять СМС- и ММС-уведомления, сообщения на электронную почту с вложенными видеофрагментами, вести запись информации и хранить архив в течение отчетного месяца;
- накапливать архив, оперативно искать записанные данные в архиве и копировать их на внешние носители информации;
- выполнять автоматический обмен информацией с модулями радиационно-метеорологического мониторинга с помощью модуля интеграции специализированного протокола;
- отображать данные радиационно-метеорологического мониторинга в видеоизображениях соответствующих видеоканалов, а также вести их запись в архив;
- подключать удаленные рабочие места, с помощью специализированного приложения осуществлять подключение мобильных устройств.

Заключение

Описаны принципы построения и алгоритмы функционирования автоматизированной системы радиационно-метеорологического, пожарного и видеоконтроля с автономным питанием.

Опытная эксплуатация системы на базе Полесского государственного радиационно-экологического заповедника в течение 2019–2022 гг. показала ее способность выполнять мониторинг радиационной и пожарной обстановки территории.

Библиографические ссылки

1. Косов АД, Орехов АА, Илларионенкова ДВ, Смирнов ИВ. Стратегия радиационного мониторинга для защиты персонала и населения в случае аварии. *Аппаратура и новости радиационных измерений*. 2022;2:3–13. DOI: 10.37414/2075-1338-2022-109-2-3-13.
2. Новик АН, Кучинский ПВ, Белый ИВ, Тамашевич СГ. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки окружающей среды с открытой архитектурой построения. *Доклады БГУИР*. 2015;2:131–134.
3. Белый ИВ, Кучинский ПВ, Новик АН, Тамашевич СГ. Программно-аппаратные средства автоматизированной системы контроля радиационной обстановки окружающей среды в зоне наблюдения АЭС с применением спектрометрических блоков детектирования гамма-излучения. В: Гусев ОК, Енин ЮИ, Жагора НА, Зуйков ИЕ, Киселев МГ, Князев МА и др., редакторы. *Приборостроение-2014. Материалы 7-й Международной научно-технической конференции; 19–21 ноября 2014 г.; Минск, Беларусь*. Минск: БНТУ; 2014. с. 106–108.
4. Кучинский ПВ, Новик АН, Белый ИВ, Тамашевич СГ. Программно-аппаратные средства автоматического пункта измерения АСКРО АЭС с применением спектрометрических блоков детектирования гамма-излучения. В: Национальная академия наук Беларуси, Объединенный институт энергетических и ядерных исследований – Сосны. *IV Международная конференция «Ядерные технологии XXI века». Республиканский научный семинар «Атомная энергетика, ядерные и радиационные технологии»: программа, тезисы докладов; 21–23 октября 2014 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Право и экономика; 2014. с. 59.
5. Новик АН, Белый ИВ, Быстров ЕВ, Кожемякин ВА, Кучинский ПВ. Автоматизированная система контроля радиационной обстановки в зоне влияния Белорусской АЭС. В: Кузьмин АВ, Кувшинов ВИ, Корбут ТН, Трифонов АГ, редакторы. *Ядерные технологии XXI века. Доклады VI Международной конференции; 25–27 октября 2016 г.; Минск, Беларусь*. Минск: Право и экономика; 2016. с. 36–40.
6. Кожемякин ВА. Линейка интеллектуальных блоков детектирования гамма-излучения для использования в составе роботизированных и других систем. В: *Проблемы прикладной спектрометрии и радиометрии. Тезисы докладов XIII Международного совещания; 5–8 октября 2015 г.; Санкт-Петербург, Россия*. Санкт-Петербург: [б. и.]; 2015. с. 101–105.

References

1. Kosov AD, Orekhov AA, Illarionenkova DV, Smirnov IV. Radiation monitoring strategy for personnel and population protection in case of accident. *Apparatura i novosti radiatsionnykh izmerenii*. 2022;2:3–13. Russian. DOI: 10.37414/2075-1338-2022-109-2-3-13.
2. Novik AN, Kuchinskiy PV, Belyi IV, Tamashevich SG. Automated radiation control system environmental construction with open architecture. *Doklady BGUIR*. 2015;2:131–134. Russian.
3. Bely IV, Kuchinsky PV, Novik AN, Tamashevich SG. [Software and hardware for an automated system for monitoring the radiation situation of the environment in the NPP observation zone using spectrometric gamma radiation detection units]. In: Gusev OK, Enin YuI, Zhagora NA, Zuykov IE, Kiselev MG, Knyazev MA, et al., editors. *Priboroostroenie-2014. Materialy 7-i Mezhdunarodnoi nauchno-tehnicheskoi konferentsii; 19–21 noyabrya 2014 g.; Minsk, Belarus* [Instrumentation-2014. Proceedings of the 7th International scientific and technical conference; 2014 November 19–21; Minsk, Belarus]. Minsk: Belarusian National Technical University; 2014. p. 106–108. Russian.
4. Kuchinsky PV, Novik AN, Bely IV, Tamashevich SG. [Software and hardware of an automatic measurement point for ARMS of NPP using spectrometric units for detecting gamma radiation]. In: National Academy of Sciences of Belarus, Joint Institute for Power and Nuclear Research – Sosny. *IV Mezhdunarodnaya konferentsiya «Yadernye tekhnologii XXI veka». Respublikanskii nauchnyi seminar «Atomnaya energetika, yadernye i radiatsionnye tekhnologii»: programma, tezisy докладов; 21–23 oktyabrya 2014 g.; Minsk, Belarus* [4th International conference «Nuclear technologies of the 21st century». Republican scientific seminar «Nuclear energy, nuclear and radiation technologies»: programme, abstracts of reports; 2014 October 21–23; Minsk, Belarus]. Minsk: Pravo i ekonomika; 2014. p. 59. Russian.

5. Novik AN, Bely IV, Bystrov EV, Kozhemyakin VA, Kuchinsky PV. [Automated system for monitoring the radiation situation in the zone of influence of the Belarusian NPP]. In: Kuz'min AV, Kuvshinov VI, Korbut TN, Trifonov AG, editors. *Yadernye tekhnologii XXI veka. Doklady VI Mezhdunarodnoi konferentsii; 25–27 oktyabrya 2016 g.; Minsk, Belarus'* [Nuclear technologies of the 21st century. Reports of the 6th International conference; 2016 October 25–27; Minsk, Belarus]. Minsk: Pravo i ekonomika; 2016. p. 36–40. Russian.

6. Kozhemyakin VA. [A line of intelligent units for detecting gamma radiation for use as part of robotic and other systems]. In: *Problemy prikladnoi spektrometrii i radiometrii. Tezisy dokladov XIII Mezhdunarodnogo soveshchaniya; 5–8 oktyabrya 2015 g.; Sankt-Peterburg, Rossiya* [Problems of applied spectrometry and radiometry. Abstracts of reports of the 13th International meeting; 2015 October 5–8; Saint Petersburg, Russia]. Saint Petersburg: [s. n.]; 2015. p. 101–105. Russian.

Получена 20.06.2023 / принята 29.07.2023.

Received 20.06.2023 / accepted 29.07.2023.

Авторы:

Александр Николаевич Новик – ведущий инженер отдела метрологии и стандартизации¹⁾, ведущий инженер лаборатории систем радиационного контроля²⁾.

Петр Васильевич Кучинский – доктор физико-математических наук, профессор; директор.

Геннадий Иосифович Хилько – старший научный сотрудник лаборатории полупроводниковой электроники, исполняющий обязанности заведующего лабораторией полупроводниковой электроники.

Валерий Александрович Кожемякин – кандидат технических наук; директор.

Евгений Вадимович Быстров – начальник лаборатории программного обеспечения.

Authors:

Alexander N. Novik, leading engineer at the department of metrology and standardisation^a and leading engineer at the laboratory of radiation monitoring systems^b.

alexnoviknik@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0005-0676-2465>

Petr V. Kuchinsky, doctor of science (physics and mathematics), full professor; director.

kuchynski@bsu.by

<https://orcid.org/0000-0001-8543-8930>

Gennady I. Khilko, senior researcher and acting head of the laboratory of semiconductor electronics.

hilko_313@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0002-8366-3573>

Valeriy A. Kozhemyakin, PhD (engineering); director.

info@atomtex.com

Evgeny V. Bystrov, head of the laboratory of software.

bystrov@atomtex.com

<https://orcid.org/0009-0005-2458-0200>
