

Е.Н. ЗАЦЕПИН, С.В. ДРОБОТ

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
П. Бровки, 6, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию

Аннотация. В работе предложена усовершенствованная система радиационного мониторинга окружающей среды, которая использует современные «облачные» технологии. Рассмотрены особенности построения системы радиационного мониторинга окружающей среды с учетом географических, почвенных, рельефных и ландшафтных особенностей местности.

Ключевые слова: радиационный контроль, мобильное дозиметрическое устройство, атомная электростанция, «облачные» технологии, районирование территорий.

Abstract. The work proposes an improved system of environment radiation monitoring, which uses modern "cloud" technology. The features of constructing a system of environment radiation monitoring taking into account the geographical, soil, relief and landscape features of the area are considered.

Keywords: radiation monitoring, mobile dosimetry device, nuclear power plant, "cloud" technologies, zoning of territories.

Doklady BGUIR. 201*, Vol. ***, No. *, pp. **-**

Environment radiation monitoring

E.N. Zatsepin, S.V. Drobot

Введение

Важнейшей задачей Государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуации Республики Беларусь является обеспечение ядерной, радиационной и экологической безопасности страны, которая может быть эффективно решена, в случае решения другой важной задачи – мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций на ядерно- и радиационно-опасных объектах [1]. При этом потенциальную угрозу могут представлять: организации использующие радиоактивные источники; две действующие, близкорасположенные к границам страны атомные электростанции (АЭС) – Ровенская и Смоленская; остановленная и находящаяся на стадии вывода из эксплуатации Игналинская АЭС; Чернобыльская АЭС с остановленными энергоблоками 1-3 и аварийным энергоблоком 4, последствия аварии на котором локализованы «саркофагом», построенным в 1986 г. и новой конструкцией «Укрытие-2», введенной в эксплуатацию в 2019 г. Кроме того, после ввода в эксплуатацию появится еще один потенциально-опасный объект уже на территории страны – Белорусская АЭС.

Все перечисленные объекты при соблюдении нормальных условий эксплуатации являются безопасными. Однако при нарушении условий хранения и эксплуатации радиоактивных источников или при возникновении аварийных ситуаций на АЭС может произойти выброс радиоактивных веществ в окружающую среду.

В работе предложена усовершенствованная система радиационного мониторинга окружающей среды, которая использует современные «облачные» технологии.

Существующие подходы к построению системы радиационного мониторинга окружающей среды

Существующая в Республике Беларусь система радиационного мониторинга окружающей среды включает следующие элементы: автоматизированные системы контроля радиационной обстановки вблизи размещения Белорусской АЭС и в зонах влияния перечисленных выше АЭС сопредельных государств, а также пункты наблюдения на территории страны, в которых осуществляется измерение мощности дозы гамма-излучения, выполняется отбор проб радиоактивных выпадений из приземного слоя атмосферы и отбор проб радиоактивных аэрозолей.

Традиционно автоматизированная система контроля радиационной обстановки вокруг АЭС представляет собой регулярную сеть пробоотборов, расположенных в узлах пересечения восьми основных румбов (направлений) с концентрическими кругами, радиус которых обратно пропорционален плотности радиоактивного загрязнения, поступающего с АЭС. Такой «регулярный» способ построения системы имеет ряд недостатков, поскольку при этом некоторые территории оказываются не охваченными наблюдением, не учитывается рельеф местности и низкие плотности выпадения радиоактивных осадков, поступающих с АЭС при нормальной работе [2]. Более совершенной является система контроля радиационной обстановки, в которой заложен принцип районирования территории вокруг АЭС путем оценки содержания радионуклидов в элементах ландшафта, выделяемых по объективным признакам. Для этого в 30 км зоне изучаются почвенные, рельефные и ландшафтные структуры, демографические характеристики и проводится районирование зоны наблюдения АЭС по объективно сходным физико-географическим свойствам местности.

На остальной части территории Республики Беларусь экологическое районирование подразделяется на ландшафтно-географическое, природно-хозяйственное, эколого-экономическое районирования [3-5]. Для целей эффективного ведения аграрного производства выделяется почвенно-радиологическое, почвенно-экологическое, почвенно-генетическое и почвенно-технологическое, агроландшафтное районирование [4, 5]. При разработке государственных программ по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС большой практический интерес представляет почвенно-радиологическое районирование, при котором территория радиоактивного загрязнения и ее почвенный покров рассматриваются как целостная экологическая система [5].

Для сельского хозяйства особый интерес представляют почвенно-географическое районирование и природно-сельскохозяйственное районирование территории, которые наиболее полно отражает особенности природной среды отдельных областей и районов на основе учета климатических и ландшафтных условий, характера почвенного покрова. В связи с чем выделено 3 почвенные провинции – северная, центральная и южная (полесская), 7 – почвенно-климатических округов, 20 – агропочвенных районов, 3 природно-сельскохозяйственные провинции (Северная, Центральная, Южная), 9 округов и 73 природно-сельскохозяйственных районов [3, 4].

Учитывая большой территориальный разброс областей, районов, округов и значительное расстояние между точками контроля, радиационный мониторинг необходимо проводить не только вблизи АЭС, но и по всей территории Республики

Беларусь с учетом принципа районирования территорий, когда для объективной оценки радиоактивного загрязнения учитываются почвенные, рельефные и ландшафтные особенности местности и имеющийся на территории состав радиоактивных элементов.

Реальные трудности, связанные с обеспечением сохранности и недоступности оборудования для посторонних лиц привели к различным подходам в организации радиационного мониторинга. Один из них – мобильный мониторинг на заранее спланированных маршрутах следования, другой – полностью автоматизированный дистанционный стационарный мониторинг.

Системы безопасности и радиационная обстановка вблизи АЭС

На АЭС возможны нарушения режимов нормальной эксплуатации и возникновение аварийных ситуаций с выходом радиоактивных веществ за пределы АЭС. Это представляет потенциальный риск для персонала АЭС, населения и окружающей среды и требует принятия определенных технических и организационных мер, снижающих вероятность возникновения таких ситуаций до приемлемого минимума. В соответствии с нормативными документами санитарно-защитная зона (СЗЗ) АЭС – это территория вокруг АЭС, на границе которой уровень облучения людей в условиях нормальной эксплуатации станции может превысить установленный предел дозы облучения населения (1 мЗв/год). Обеспечение безопасности персонала АЭС, населения вокруг АЭС, а также предотвращение радиоактивного загрязнения окружающей среды является важной задачей [6]. При нормальной эксплуатации АЭС физические барьеры на пути распространения радиоактивных веществ в окружающую среду остаются неповрежденными, при этом радиоактивные элементы, образующиеся в топливе, оказываются локализованными и не представляют опасности. При аварии физические барьеры могут разрушаться и прекращают выполнять защитные функции, что повышает вероятность выхода радионуклидов в окружающую среду сверх установленных пределов. Для предотвращения аварии, облучения персонала и выброс радионуклидов во окружающую среду в состав АЭС включаются различные системы безопасности. Эти системы автоматически прекращают цепную реакцию деления или уменьшают ее до безопасного уровня, в случае если контролируемые физические параметры активной зоны реактора достигают граничных значений. В состав АЭС входят системы диагностики, а также автоматизированная система радиационного контроля, в том числе технологического, которые позволяют своевременно обнаружить повреждение каждого из имеющихся защитных барьеров. При этом осуществляется контроль состава теплоносителя первого контура, объемной активности аэрозолей, инертных газов, контроль мощности дозы и т.д.

Мобильное дозиметрическое устройство системы радиационного контроля

Для построения системы радиационного мониторинга окружающей среды предлагается использовать современные инфокоммуникационные «облачные» технологии. Основой такой системы является портативное мобильное клиентское устройство, включающее дозиметр и смартфон, оборудованный приемником глобальной системы позиционирования (GPS) или приемником глобальной навигационной спутниковой системы (ГЛОНАСС). Под управлением специализированного прикладного программного обеспечения результаты измерения мощности дозы вместе с географическими координатами точки, в которой произведены измерения, будут передаваться смартфоном для обработки, хранения и накопления в серверную часть системы радиационного мониторинга окружающей

среды. Это обеспечивает высокую надёжность, поскольку информация, единожды сохранённая в «облаке», становится доступна всем, кто имеет доступ к общему сетевому ресурсу в соответствии с политикой используемого «облака». Также, благодаря «облачным» технологиям, обеспечивается высокая масштабируемость системы: возможность централизованного контроля позволяет наращивать количество абонентов-мобильных дозиметров и оперативно получать данные от них без ущерба производительности и качества сервиса. «Облачная» модель распространения и поддержки программного обеспечения предполагает использование различных программных приложений в режиме удаленного доступа. Суть этой модели заключается в максимальном переносе бизнес-логики и данных на сервер. При реализации этой модели все данные хранятся на сервере, вычисления проводятся на сервере, взаимодействие пользователей осуществляется посредством обмена данными через сервер. При этом на долю электронного устройства пользователя (компьютер, планшет, смартфон) остается только задача обеспечения связи с сервером и отображения информации. Таким образом достигается независимость предоставляемого функционала от конкретного устройства - на любом компьютере, планшете, смартфоне приложение может выглядеть одинаково, предоставлять одинаковый функционал и актуальные данные.

Существующая система радиационного мониторинга окружающей среды будет дополнена мобильными пунктами наблюдения, которые позволят осуществлять мониторинг в точках, отстоящих на значительные расстояния от стационарных пунктов наблюдения. Это позволит значительно расширить и уточнить данные для анализа радиационно-экологической обстановки.

Для мобильного радиационного контроля местности с использованием облачных технологий, может быть использован портативный дозиметр, который подключается к любому современному смартфону с соответствующим программным обеспечением. Принципиальная схема предложенного дозиметра показана на рисунке 1.

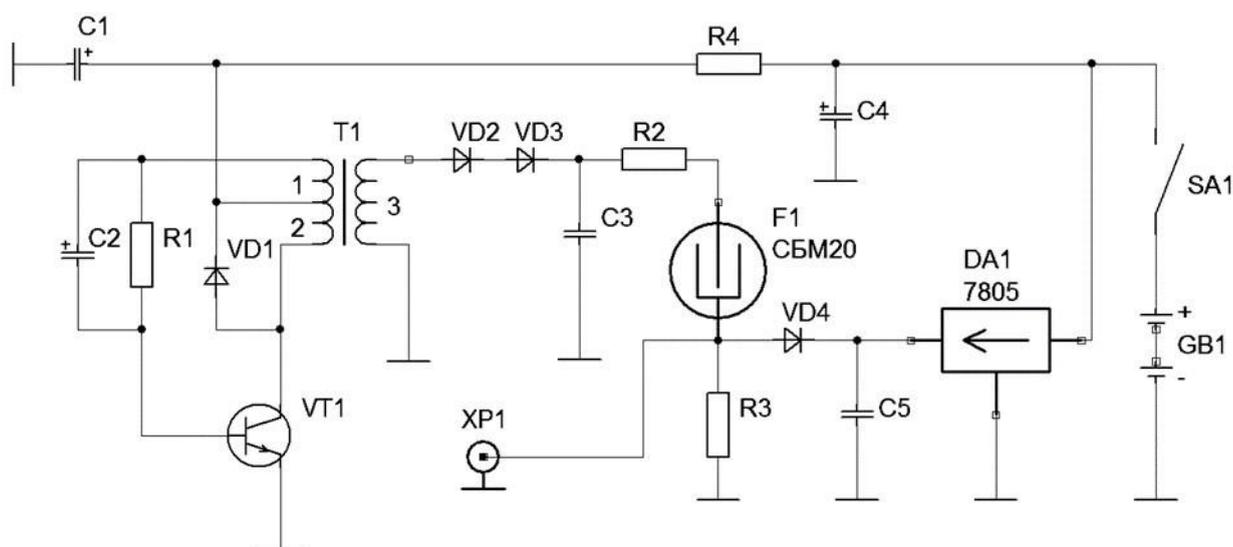


Рисунок 1 – Принципиальная схема дозиметра

Основной элемент дозиметра – газоразрядная трубка счётчика Гейгера-Мюллера F1. Для питания газоразрядной трубки СБМ20 требуется постоянное напряжение 400 В, которое может быть получено с помощью повышающего трансформатора Т1.

Переменное напряжение формируется генератором, собранном на транзисторе VT1, которое подается на первичную обмотку трансформатора Т1. Со вторичной обмотки снимается импульсное напряжение амплитудой порядка 400 В, которое выпрямляется диодами VD2 и VD3 и подается на анод газоразрядной трубки F1. При воздействии ионизирующих частиц на газоразрядную трубку в ней происходит ионизация молекул и атомов газа и образование свободных электронов и протеканию импульсов тока. Это создает падение импульсного напряжения на резисторе R3, которое через разъем ХР1 подается на смартфон для подсчета частиц и пересчета этой величины в мощность дозы.

Заключение

Рассмотрены особенности построения системы радиационного мониторинга окружающей среды с учетом географических, почвенных, рельефных и ландшафтных особенностей местности. Предложена усовершенствованная структура системы радиационного мониторинга окружающей среды, которая использует современные инфокоммуникационные «облачные» технологии, включая портативное мобильное клиентское устройство из дозиметра и смартфона, оборудованного GPS- или ГЛОНАСС-приемником, а также серверную часть, которая служит для обработки, хранения и накопления данных о радиационной обстановке.

Список литературы

1. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Закон Республики Беларусь от 5 мая 1998 г. № 141-З // Ведамасці Нацыянальнага сходу Рэспублікі Беларусь, 1998, № 19. – С. 212.
2. Арлинская, А.М. Методология комплексного мониторинга на территории расположения АЭС / А.М. Арлинская // Радиационная безопасность и защита АЭС, вып.12, 1998. – С.168-176.
3. Качков, Ю.П. Природно-сельскохозяйственное районирование на современном этапе / Ю.П. Качков, О.Ф. Башкинцева, В.М. Яцухно // Земля Беларуси, 2006, № 1. – С. 15–20.
4. Лебедева, И.И. Почвенно-генетическое районирование: принципы, задачи, структура, приложение / И.И. Лебедева и др. // Почвоведение, 2012, № 7. – С. 715–72.
5. Цыбулько, Н.Н. Комплексная почвенно-радиологическая оценка и районирование территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь / Н.Н. Цыбулько // Сільськогосподарська та лісова радіологія – 30 років після Чорнобилю : Тези доповідей Міжнар. конф., Київ, 3 черв. 2016 р. Київ, 2016. – С. 27.
6. Зацепин, Е.Н. Основные принципы обеспечения безопасности Белорусской АЭС / Е.Н. Зацепин, С.В. Дробот // Известия НАНБ. Серия физико-технических наук. – № 1, 2015. – С. 118–122.

References

1. O zaschite naselenia i territorii ot chrezvychainyh situacii prirodnogo i tehnogenного haraktera. Zakon Respubliki Belarus ot 5 maia 1998 g. № 141-Z // Vedamasci Nacianalnaga Shodu Respubliki Belarus, 1998, № 19. – S. 212. (in Russ.)
2. Arlinskaia, A.M. Metodologia kompleksnogo monitoring na territorii raspologenia AES / A.M. Arlinskaia // Radiacionnaia bezopasnost i zaschita AES, vyp.12, 1998. – S.168-176. (in Russ.)

3. Kachkov, Y.P. Prirodno-selskohoziastvennoe raionirovanie na sovremennom etape / Y.P. Kachkov, O.F. Bashkinceva, V.M. Yacuhno // Zemlia Belarusi, 2006, № 1. – S. 15–20. (in Russ.)
4. Lebedeva, I.I. Pochvenno-geneticheskoe raionirovanie: principy, zadachi, struktura, prilozhenie / I.I. Lebedeva i dr. // Pochvovedenie, 2012, № 7. – S. 715–72. (in Russ.)
5. Tsybulko, N.N. Kompleksnaia pochvenno-radiologicheskaja ocenka i raionirovanie territorii radioaktivnogo zagriaznenia Respubliki Belarus / N.N. Tsybulko // Silskogospodarska ta lisova radiologia – 30 rokov pislia Chornobylu : Tezi dopovidei Mignar. konf., Kyiev, 3 cherv. 2016 r. Kyiv, 2016. – S. 27. (in Russ.)
6. Zatsepin, E.N. Osnovnye principy obespechenia bezopasnosti Belorusskoi AES / E.N. Zatsepin, S.V. Drobot // Izvestia NANB. Seria fiziko-tehnicheskikh nauk. – № 1, 2015. – S. 118–122.

Сведения об авторах

Зацепин Е.Н., канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры инженерной психологии и эргономики Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Дробот С.В., канд.техн.наук, доцент, декан факультета инфокоммуникаций Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники.

Адрес для корреспонденции

220013, Республика Беларусь, г. Минск, ул. П. Бровки, д. 6, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
 тел. +375 17 293-23-87;
 e-mail: ecolog@bsuir.by
 Зацепин Евгений Николаевич

Information about the authors

Zatsepin E.N., PhD, associate professor, associate professor of department of human engineering and ergonomics of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Drobot S.V., PhD, associate professor, dean of faculty of infocommunications of Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics.

Address for correspondence

220013, Republic of Belarus, Minsk, P. Brovki st., 6, Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
 tel. +375 17 293-23-87;
 e-mail: ecolog@bsuir.by
 Zatsepin Evgeni Nikolaevich.