

СИСТЕМЫ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА В УКРАИНЕ

Выполнен анализ функционирования систем радиационного мониторинга на атомных электростанциях Украины. Проанализированы данные об аналогичных системах, действующих в других странах. Оценено взаимосвязь энергонапряженности территорий и контролируемых площадей.

Ключевые слова: радиационный мониторинг, система контроля, атомная электростанция.

Введение. По данным МАГАТЭ, ныне в 31 стране мира действуют 442 ядерных реактора, на которых вырабатывается электроэнергия. На их долю приходится 16 % электричества, произведенного в мире. При этом количество ядерных реакторов в США составляет 103, во Франции – 59, Японии – 54, России – 31, Великобритании – 23, Украине – 19 (из них 4 законсервированы) [1].

Кроме того, в середине 2007 г. строились 28 новых реакторов (в Индии, Китае, Южной Корее, Болгарии, Финляндии и др.). Также 62 реактора находились в стадии получения разрешений на строительство, а еще 162 – в процессе разработки проектов. По прогнозам, к 2020 г. в мире появятся еще 60 ядерных электростанций, а производство электроэнергии на АЭС увеличится на 65 %.

На долю США, Франции и Японии приходится 49 % всех АЭС мира и 57 % всей «ядерной» электроэнергии. Процент удовлетворения потребностей в электроэнергии за счет работы АЭС представляется так: Литва – 80 %, Франция – 76 %, Словакия, Бельгия, Швеция - > 50 %, Болгария, Венгрия, Южная Корея, Швейцария, Словения, Украина - > 30 %, Япония, Германия, Финляндия – 25 %.

В Украине до 2030 г. предусмотрено введение в эксплуатацию двух десятков новых энергоблоков на АЭС.

Ядерные атаки конца Второй мировой войны, аварии разного уровня на АЭС с утечкой радиации (АЭС «Три-Майл-Айленд» в США, «Челябинск-40» в 1957 г., взрыв радонового отстойника на Ленинградской АЭС в конце 1970-х гг.) и техногенная катастрофа в Чернобыле способствовали формированию негативного мнения о ядерной энергетике.

При этом на симпозиуме по электроэнергии и окружающей среде (Хельсинки, 1991 г.) эксперты пришли к заключению [2]:

- при нормальных условиях эксплуатации ядерная энергетика и возобновляемые системы имеют тенденцию занимать нижнюю область спектра риска для здоровья, а энергетические системы, использующие уголь и нефть, находятся в верхней области этого спектра;

- риски для здоровья от тяжелых аварий на АЭС и ТЭС на нефти и газе имеют один порядок величины и на два порядка меньше, чем риск от гидравлического способа получения энергии (например, Саяно-Шушенская ГЭС).

Возможность выхода радиоактивных веществ за пределы контролируемых зон предприятий ядерного топливного цикла безусловно создает угрозу на обширных территориях для среды обитания, обуславливает необходимость предпринимать комплекс мер по обеспечению безопасности населения. Складирование отходов может привести к их утечке из мест захоронения сейчас или в будущем. Поэтому актуальной задачей является организация и функционирование системы мониторинга

радиационной обстановки в районе размещения АЭС (и прилегающих зонах), а также на остальных территориях Украины.

Целью работы является анализ функционирования систем радиационного мониторинга на АЭС Украины, а также оценка связи энергонапряженности территорий размещения АЭС и контролируемых площадей.

Объект и исходные материалы исследований. Объектами исследования являются системы радиационного мониторинга, функционирующие на АЭС Украины (Запорожская, Южно-Украинская, Ровенская и Хмельницкая АЭС). Были использованы официальные материалы, размещенные на сайтах электростанций, а также опубликованные материалы об аналогичных системах мониторинга в странах бывшего СССР и др.

Методы исследований. В работе предложена методика, основанная на использовании приведенных показателей энергонапряженности территорий (F) и удельных контролируемых площадей (E). На рис. 1 приведены обобщенные данные, связывающие эти показатели, для некоторых европейских государств. Зависимость включает как данные для территорий государств в целом (Германия, Великобритания), так и для наблюдаемых площадей, прилегающих к АЭС (Россия и др.).

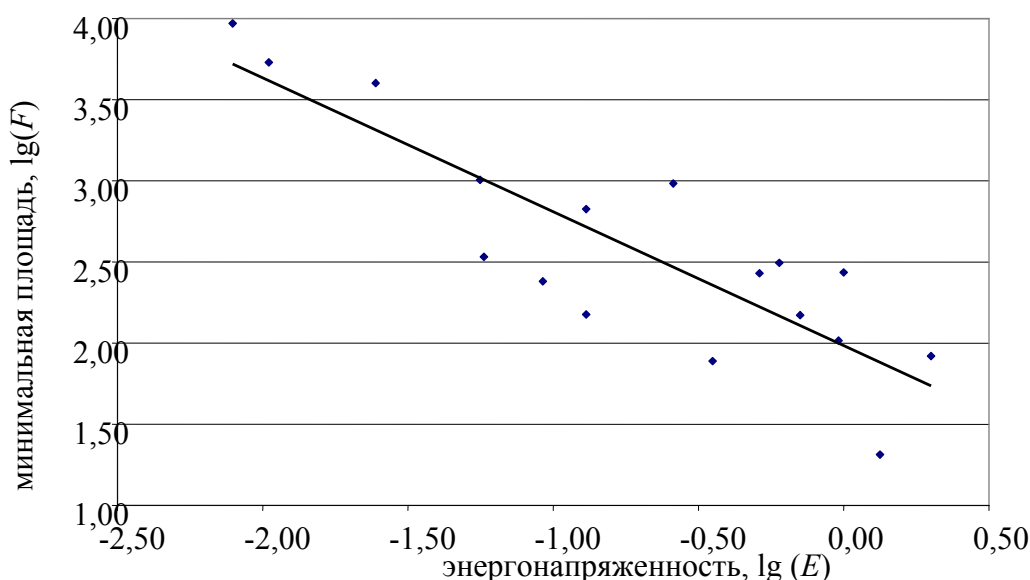


Рис. 1 - Влияние энергонапряженности на минимальный размер контролируемой территории.

Совместный анализ данных, позволяет отметить устойчивую их корреляцию. В логарифмических координатах эта связь достаточно корректно аппроксимируется линейной функцией с коэффициентом корреляции около 0,9.

Зависимость имеет обратно пропорциональный характер и практически охватывает весь интервал использованных статистических данных степенным соотношением вида

$$F = 1,9846 \cdot E^{-0,8254}, \quad (1)$$

где F - энергонапряженность территории, МВт/км²;
 E - размер контролируемых площадей, км²/пост.

Результаты исследований и их анализ. Радиационно-экологическая составляющая мониторинга имеет три основных направления:

- оценка и контроль радиационного состояния приземного слоя атмосферы, компонентов наземных и водных экосистем, продуктов питания и др.;
- изучение воздействия на окружающую среду техногенных объектов, мест хранения и захоронения радиоактивных отходов и др.;
- наблюдение за миграцией радионуклидов в компонентах окружающей среды с целью прогноза изменения радиационной обстановки.

Системы регулярных длительных наблюдений, обнаружения и оповещения в районах, прилегающих к АЭС, и на сопредельных территориях создаются на внутривнутригосударственном уровне и в рамках международного сотрудничества.

На АЭС Украины наблюдения за уровнем радиоактивного загрязнения ведутся с помощью автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (АСКРО) – обычно на промплощадке АЭС и в 30-ти километровой зоне [3 - 5]. АСКРО включает:

- посты контроля мощности γ -дозы на территории АЭС, в санитарно-защитной зоне и в 30-ти километровой зоне;
- автоматизированные метеостанции (температура и относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление, количество осадков, температура почвы и поверхности воды);
- метеолокаторы высотного контроля;
- передвижные лаборатории радиометрического и γ -спектрометрического анализа проб воды и воздуха, плотности загрязнения поверхности радионуклидами.

Концепция мониторинга российских и американских проектов предусматривает контроль только прилегающих к станции территорий, разделенных на три зоны:

- промплощадка, где находится непосредственно реактор и другие сооружения;
- санитарно-защитная зона – в радиусе 3 км вокруг станции, в которой запрещена любая хозяйственная деятельность (выпас скота, выращивание сельхозпродукции и т.п.);
- зона наблюдения – 30 км, в которой осуществляется тщательный контроль влияния АЭС на окружающую среду. Радиационное состояние зоны наблюдения станций контролируется согласно «Регламенту радиационного контроля АЭС».

Система мониторинга на промплощадках АЭС и в прилегающих территориях является неотъемлемой частью системы контроля и управления станций, обеспечивающих их экологическую безопасность.

Радиационный мониторинг в районе размещения АЭС ведется с момента закладки промплощадки, когда выполняются фоновые замеры радиоактивности основных природных объектов.

В Великобритании функционируют 2 национальные системы мониторинга и ряд автономных. Средства оповещения и мониторинга UKWMOB предназначены для ситуаций радиоактивного поражения. Информация о ядерных взрывах поступает на пункты управления от 872 постов мониторинга (территория Великобритании разделена на 5 секторов, в каждом 5 групп по 35 постов мониторинга). В каждой группе пункт управления собирает информацию от постов мониторинга и оповещает об угрозе выпадения радиоактивных осадков.

Общегосударственная сеть мониторинга утечки радиоактивных веществ, созданная в рамках национальной программы 1987 г., базируется на 80-90 метеорологических станциях страны RIMNET.

Вокруг предприятия по переработке и хранению отработанного ядерного топлива в Селлафилде установлена автоматизированная система радиационного мониторинга из 37 постов компании BRITISH NUCLEAR FNOEL .

В Германии функционирует информационная система федерального правительства «Радиоактивность окружающей среды». Она обеспечивает:

- непрерывное наблюдение за радиоактивностью в окружающей среде;
- заблаговременное выявление и оценку возможных событий при невысоких уровнях воздействия радиоактивных веществ;
- постоянное прогнозирование обстановки при аналогичных случаях с учетом воздействия радиоактивных веществ на население;
- получение данных о последствиях воздействия на население высоких уровней радиоактивности окружающей среды.

Интегрированная система для контроля радиоактивности на территории страны трехступенчатая:

- 1) измерительные посты определения радиоактивности в окружающей среде;
- 2) сбор, обработка и документирование данных от постов административными учреждениями страны;
- 3) систематизация и оценка наблюдаемой радиоактивности центральной станцией страны.

Число измерительных постов, отстоящих примерно на 13 км друг от друга, около 2000.

В США вокруг каждой АЭС имеется 16 дозиметрических приборов «Сентри RCE-1012» на расстоянии примерно 4 км от площадки АЭС по одному в каждом секторе круга, рассчитанные на регистрацию γ -излучения. Создается автоматическая система контроля газов, выделяемых АЭС. Информация концентрируется в командном пункте управления ядерной безопасности штата.

Во Франции разработана бортовая система аэросъемки уровней радиации на поверхности Земли. Она служит для обнаружения точечных источников ионизирующего излучения или радиоактивного загрязнения больших площадей.

В табл. 1 приведены обобщенные данные по мониторингу радиационной обстановки в различных странах.

Таблица 1 - Обобщенные данные по мониторингу радиационной обстановки

Страна	Установленная мощность ядерных блоков, МВт	Территория, тыс.км ²	Население, млн.чел.	Кол-во постов	Энерго-напряженность, МВт/тыс.км ²	Размер контролируемых площадей, тыс.км ² /пост	Энерго-вооруженность, МВт/млн.
Болгария	2722	110,9	7,32	26	24,5	4,27	371,7
Велико-британия	12020	130,3	49,99	996	92,2	0,13	240,4
Германия	20643	357,0	82,60	2000	57,8	0,18	249,9
Финляндия	2656	337,0	5,10	35	7,88	9,63	520,8
США	99096	9400,0	250,00	1664	10,5	5,65	396,4
Украина	11190	603,5	46,9	241	21,7	2500	238,6

Приведенные относительные показатели позволяют отметить, что при достаточно высокой энергонапряженности территорий Великобритании и Германии (50 - 90 МВт/тыс.км²) имеет место сравнительно низкая энерговооруженность населения (240 МВт/млн.). При этом на каждый пост контроля радиационной обстановки приходится менее 200 км².

В США при близких значениях энергонапряженности наблюдается большая энерговооруженность населения и более чем в два раза большая территория, контролируемая одним постом радиационной обстановки.

В советских проектах АЭС (Болгария, Финляндия) контролируемая одним постом территория близка к американским проектам, идеология которых предусматривает мониторинг только прилежащих территорий, в отличие от системного подхода европейских проектов.

Анализ аналогичных данных по АЭС Украины (табл. 2) показывает, что энергонапряженность зоны наблюдения пропорциональна установленной мощности и не превышает 2 МВт/км². Минимальна она на Хмельницкой станции, где имеется всего два энергоблока. При расчете параметров Чернобыльской станции с учетом увеличения зоны наблюдения до 60 км энергонапряженность не превышает 0,4 МВт/км².

Таблица 2 – Параметры зон наблюдения и соответствующие им показатели систем контроля радиационной обстановки АЭС Украины

Параметр	АЭС					
	Запорожская	Ровенская	Хмельницкая	Южноукраинская	Чернобыльская	
					расширен.	стандарт.
Пункты, един.	36	29	19	11	146	146
Территория, км ²	3000	3000	2826	3000	11304	3000
Население, тыс.	300	130	200	180	200	200
Мощность, МВт	6000	2880	2000	3000	4000	4000
Энергонапряженность, МВт/тыс.км ²	2000	960	710	1000	350	1330
Обеспеченность, км ² /пост	83,33	103,4	148,74	272,73	77,42	20,55

Сравнивая эти показатели с данными для европейских станций по странам в целом (табл. 1), можно отметить, что для Украины в целом энергонапряженность территории соответствует умеренным значениям и вдвое превышает этот показатель для высокоразвитой индустрии США, но при этом в 2 - 4 раза меньше, чем в развитых странах Евросоюза.

Энерговооруженность населения ядерной энергией одинакова с показателем для Великобритании и Германии.

Территория, контролируемая одним постом, в два раза меньше чем в США, но на порядок больше чем в ведущих европейских системах.

Аналогичная картина наблюдается и для количества населения, приходящегося на один пост контроля и контролируемой одним постом установленной мощности.

Автоматизированные системы контроля за радиационной обстановкой станций отличаются между собой территорией, контролируемой одним постом. Наихудшим следует считать ситуацию на Южно-Украинской АЭС, где на один пост контроля приходится почти 300 км². Наилучшим образом дело обстоит на Запорожской АЭС и в зоне отчуждения.

Сопоставляя их с аналогичными показателями отдельных регионов Российской Федерации (табл. 3), видно, что для зон наблюдения отечественных станций обеспеченность контроля территорий в 2 - 8 раз выше, хотя абсолютная обеспеченность постами контроля сопоставима. Указанное отличие, скорее всего, обусловлено отличием размеров регионов, принятых для сравнения.

Таблица 3 - Параметры зон наблюдения и соответствующие им показатели систем контроля радиационной обстановки АЭС России

Параметр	Регионы и АЭС					
	Кольский	Ленинградская	Мурманский	Смоленская	Москва	Курская
Пункты, един.	31	16	23	16	52	29
Территория, тыс.км ²	31,4	15,4	15,4	5,0	7,8	7,8
Мощность, МВт	1760	4000	2000	3000	1000	4000
Напряженность, МВт/тыс.км ²	56,1	260	130	597	127	510
Обеспеченность, тыс.км ² /пост	1,01	0,962	0,669	0,314	0,151	0,271

Выводы. В работе выполнен сравнительный анализ функционирования систем радиационного мониторинга на территории Украины и в других странах (РФ, страны ЕЭС, США). В результате выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Системы радиационного мониторинга Украины в части АЭС базируются на современных автоматизированных системах контроля за радиационной обстановкой.
2. Обеспеченность наблюдаемых территорий АЭС соответствует современному мировому уровню пользователей ядерной энергии.
3. Отсутствие информации о средствах мониторинга иных предприятий ядерного топливного цикла позволяет предполагать низкий уровень эффективности мониторинга либо отсутствие такового.

Список литературы

1. Коваленко Г.Д. Радиозэкология Украины. – Харьков: ИД «Инжек», 2008. – 264 с.
2. Бликс Х. Атомная энергия и окружающая среда // Экологические системы. – 2005. - № 8. – С. 5 - 7.
3. Офіційний веб-сайт ВП «Хмельницька АЕС» www.xaec.org.ua.
4. Офіційний веб-сайт Запорізької АЕС www.npp.zp.ua.
5. Офіційний веб-сайт Рівненської АЕС www.rnpp.rv.ua.

Системи радіаційного моніторингу в Україні. Чугай А.В., Ковальчук В.І.

Виконано аналіз функціонування систем радіаційного моніторингу на атомних електростанціях України. Проаналізовано дані про аналогічні системи, що діють в інших країнах. Оцінено взаємозв'язок енергонапруженості територій і контрольованих площ.

Ключові слова: радіаційний моніторинг, система контролю, атомна електростанція.

Systems of radiation monitoring in Ukraine. Chugai A.V., Kovaltchuk V.I.

The analysis of functioning of the systems of the radiation monitoring on the atomic power station of Ukraine is executed. Information about similar systems operating in other countries is analysed. Intercommunication of energy tension of territories and controlled areas is appraised.

Keywords: radiation monitoring, checking system, atomic power station.