

**РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО СОЗДАНИЮ ИНФОРМАЦИОННО-
АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ АЭС НА
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**
**РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ НА СТВОРЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-
АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ АЕС НА НАВКОЛИШНЄ
СЕРЕДОВИЩЕ**
**DEVELOPMENT OF PROPOSALS FOR THE CREATION OF AN
INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEM FOR ASSESSING THE
ENVIRONMENTAL IMPACT OF NUCLEAR POWER PLANTS**

Научный руководитель – д.т.н, профессор кафедры атомных электростанций
Барбашев С.В., Барбашев С.В., Barbashev S.V.
Магистр – Будуні А., Будуні А., Boudounit A (Королевство Марокко)

Реферат. Установлено, что для решения задач экологического мониторинга в зонах наблюдения АЭС функционируют различные информационные подсистемы, которые не позволяют представительно, комплексно и сопоставимо оценивать радиационную обстановку и риски для населения в зоне влияния АЭС, а также не соответствует современным общеевропейским требованиям и стандартам по информационным системам мониторинга окружающей среды в зонах влияния техногенных объектов. Устранение этого недостатка возможно, если будет разработана и построена такая информационно - аналитическая система для мониторинга окружающей среды в районе расположения АЭС, которая будет учитывать современные европейские стандарты и результаты новейших научных разработок в области экологической и радиационной безопасности.

Разработаны разные варианты концептуальных подходов к созданию ИАС, каждый из которых характеризуется своей структурой, уровнем аппаратно- программного обеспечения и организацией обмена информацией.

Обоснован выбор варианта, который оптимально соответствует европейским требованиям и позволяет в полной мере решать задачи радиационной и экологической безопасности и защиты населения и окружающей среды в зонах наблюдения АЭС.

Разработан упрощенный вариант информационно-аналитической системы для комплексного радиоэкологического мониторинга АЭС, который предлагается для практического применения как на АЭС, так и в научных организациях.

Ключевые слова: атомная электростанция, комплексный экологический мониторинг, информационно - аналитическая система, концептуальные подходы.

Abstract. It has been established that for solving environmental monitoring tasks in the NPP observation zones, various information subsystems function that do not allow a representative, comprehensive and comparable assessment of the radiation situation and risks for the population in the NPP impact zone, and also does not comply with modern pan-European requirements and standards for monitoring information systems environment in zones of influence of technogenic objects. The elimination of this drawback is possible if such an information and analytical system is developed for environmental monitoring in the area of the NPP location, which will take into account modern European standards and the results of the latest scientific developments in the field of environmental and radiation safety.

Different versions of conceptual approaches to the creation of IAS have been developed, each of which is characterized by its structure, the level of hardware and software, and the organization of information exchange.

The choice is justified that optimally meets European requirements and allows you to fully solve the problems of radiation and environmental safety and protection of the population and the environment in the observation zones of nuclear power plants.

A simplified version of the information-analytical system for integrated radioecological monitoring of nuclear power plants has been developed, which is proposed for practical use both at nuclear power plants and in scientific organizations.

Key words: nuclear power plant, integrated environmental monitoring, information and analytical system, conceptual approaches.

Введение. В настоящее время для решения задач экологического мониторинга в зонах наблюдения АЭС используются различные информационные подсистемы, которые являются разобщенными, разнородными, аппаратно и программно несовместимыми, ориентированными на наблюдение и оценку состояния отдельных компонентов окружающей среды [1]. Такое положение дел не дает возможности представительно, комплексно и сопоставимо оценивать радиационную обстановку и риски для населения в зоне влияния АЭС, а также не соответствует современным общеевропейским требованиям и стандартам по информационным системам мониторинга окружающей среды в зонах влияния техногенных объектов. Устранение этого недостатка возможно, если будет разработана и построена такая информационно - аналитическая система (ИАС) для мониторинга окружающей среды в районе расположения АЭС, которая будет учитывать современные европейские стандарты и результаты новейших научных разработок в области экологической и радиационной безопасности.

Цель работы: разработка концепции и технических требований на создание компьютеризированной информационно-аналитической системы (ИАС) для оценки экологического воздействия АЭС на окружающую среду, которая предназначена для накопления, хранения, систематизации, анализа, обмена и отображения данных, полученных при проведении комплексного радиоэкологического мониторинга в зонах наблюдения АЭС Украины.

Задачи, поставленные в работе:

- сбор исходных данных об объекте автоматизации и о существующих информационных системах;
- формулирование требований к информационно - аналитической системе;
- разработка вариантов концепции системы и обоснование выбора такого из них, который бы максимально удовлетворял современным требованиям к информационным системам для мониторинга окружающей среды;
- разработка варианта ИАС, который может быть практически применен для решения задач комплексного радиоэкологического мониторинга зоны наблюдения АЭС.

Актуальность работы: проведенные научные исследования непосредственно касаются вопросов радиационной и экологической безопасности АЭС.

Они полностью соответствуют стратегической задаче производственной деятельности ГП НАЭК «Энергоатом» - повышение безопасности атомных электростанций Украины, что является приоритетом деятельности ядерной отрасли.

Данная работа базируется на совместных разработках, выполненных специалистами Института геохимии окружающей среды Национальной академии наук Украины и кафедры АЭС ОНПУ, в частности профессором Барбашевым С.В.

Атомная станция, как любой крупный промышленный комплекс, является источником риска для окружающей среды и населения. Это проявляется через различные факторы воздействия на окружающую природную среду - тепловом, радиационном, химическом, электромагнитном, шумовом, которые активизируют опасные процессы в экосистемах и представляют угрозу здоровью населения.

Основные риски от воздействия АЭС обусловлены радиационной составляющей, которая является главной при авариях. Поэтому для оценки радиационного влияния АЭС на окружающую среду при всех режимах её работы, включая проектные и запроектные аварии и вывод из эксплуатации, на АЭС используют системы радиационного контроля.

Радиационный контроль заключается в определении уровней радиоактивного загрязнения природной среды и доз облучения человека и сравнении их с нормативными показателями. Однако кроме этого, необходимо учитывать направленность процессов биогеохимического круговорота радионуклидов в окружающей среде и их содержание в объектах природной среды в районе расположения АЭС, выявлять критические ситуации, критические факторы влияния и наиболее уязвимые от радиационного воздействия элементы природной среды, которые участвуют в формировании дозы облучения человека, и таким образом определять территории, в которых радиационный риск будет превышать уровень, характерный для данной местности. Полно и адекватно это сделать можно с помощью системы радиэкологического мониторинга [2,3].

Основной задачей радиэкологического мониторинга является углубленное изучение процессов миграции и накопления радионуклидов и

других загрязняющих веществ в ландшафтах регионального и локального масштабов и оценка последствий этого процесса.

В ходе проведения комплексного радиэкологического мониторинга окружающей среды в районах расположения АЭС решаются такие задачи:

- **наблюдение** за всеми факторами влияния АЭС и состоянием окружающей среды;
- **оценка** существующего уровня загрязнения элементов окружающей среды;
- **моделирование** поведения приоритетных загрязнителей, особенно радионуклидов, в окружающей среде и в пищевых цепочках;
- определение критических элементов окружающей среды и критических звеньев в пищевых цепочках с целью **прогнозирования** уровня загрязнения окружающей среды, радиационного риска и дозовых нагрузок на население, определение критических групп населения и т.д.;
- **управление** состоянием окружающей среды в районах расположения АЭС.

Для накопления, хранения, систематизации и отображения данных комплексного радиэкологического мониторинга в зонах наблюдения АЭС **служит информационная база экологических данных**, которая должна быть положена в основу **аналитической системы**, предназначенной для оценки, анализа и прогноза изменений состояния окружающей среды, вызванных воздействием АЭС.

База данных предназначена для:

1. Сбора и хранения данных о радиэкологическом воздействии АЭС, включающих информацию о:

- радионуклидном составе и активности газоаэрозольных выбросов и радиоактивных сбросов, об объекте контроля и др.;

- результатах мониторинга атмосферного воздуха на контролируемой территории, о точках (постах) контроля, где осуществляются забор проб воздуха и измерения концентрации загрязнителей и др.;

- результатах контроля атмосферных осадков, анализа снежного покрова, почв, растительности, в т.ч. хвои, грибов, ягод, сельскохозяйственных продуктов, о точках контроля и др.;

- результатах контроля воды в поверхностных водоемах, донных отложений и гидробионтов (водоросли, рыбы и т.д.), о точках контроля, условиях отбора и др.;

- результатах измерения доз и мощностей доз, о точках контроля и типах установленных датчиков и др..

2. Сбора и хранения данных о нерадиационном воздействии на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, об обращении с опасными нерадиоактивными отходами.

3. Сбора и хранения данных о гидрологических и гидрогеологических наблюдениях природных водоемов, водоемов-охладителей, фильтрационных расходах через плотины водоемов-охладителей и др..

4. Сбора и хранения данных метеорологических наблюдений.

5. Накопления и хранения картографической информации об окружающей АЭС среде, в том числе полученной с применением геоинформационных технологий (топографические, геологические, почвенные, ландшафтные, демографические и др. карты), а также сведений о законодательных, нормативно-технических, санитарно-гигиенических требованиях в области экологической и радиационной безопасности.

6. Оценки риска для населения, проживающего в зоне влияния АЭС [4].

С целью прогнозирования радиационной ситуации на контролируемой территории следует задействовать аналитическую систему, которая должна включать в себя модели наземной экосистемы и расчета дозовых нагрузок на население, проживающее вблизи АЭС, блок расчета уровней радиационного загрязнения объектов окружающей среды, модель воздушного переноса радионуклидов и др.

Объединяя информационную и аналитическую части, получаем информационно - аналитическую систему (рис.1), которая может стать основой для экспертных заключений о радиоэкологической ситуации в районе расположения АЭС (информационная функция мониторинга) и принятия решений, приводящих к уменьшению риска для окружающей среды и населения со стороны АЭС (управленческая функция мониторинга) [2]. Предоставление пользователям систематизированных результатов экспертных оценок осуществляется с помощью тематических карт, 3D-моделей, таблиц, графиков, диаграмм, методических рекомендаций.

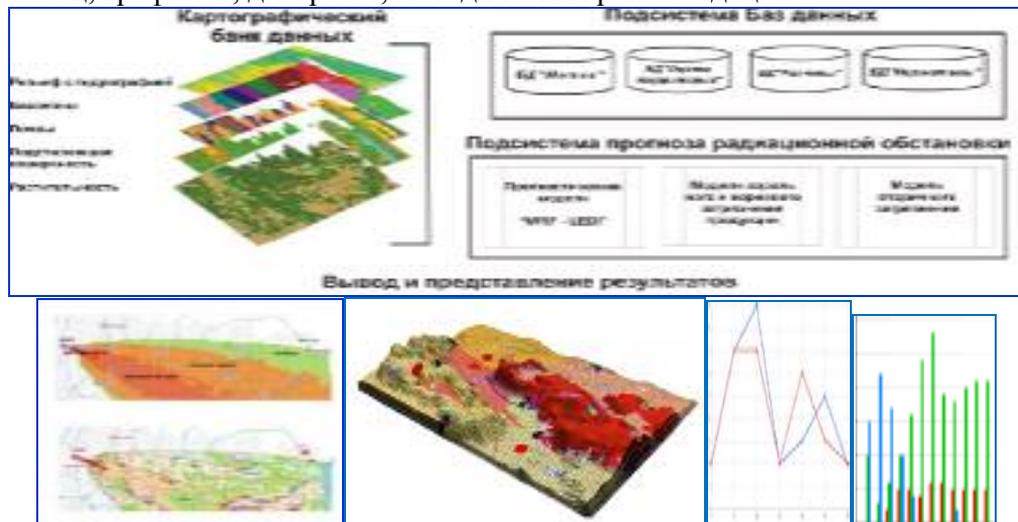


Рис. 1. Информационно-аналитическая система для РЭМ АЭС

Создать информационно-аналитическую систему можно несколькими путями [5]. Наиболее оптимальным является такой вариант, который бы полностью учитывал национальные и европейские рекомендации и требования по информатизации систем мониторинга объектов потенциальной опасности [6-8]. Согласно этим рекомендациям необходимо разработать унифицированные формы сбора и обработки данных для всех АЭС страны. Для этого на каждой АЭС должен быть установлен сервер для накопления и предварительной обработки данных первичной информации с современными базами

данных мониторинговой информации с соответствующим уровнем её защиты от различных возможных способов потери хранимых данных. Кроме того, на каждой АЭС следует установить мощный **ГИС-сервер** (специализированная аппаратура и программное обеспечение, которые предназначены для осуществления удаленного доступа к картографическим данным) с соответствующими программными модулями для моделирования, прогнозирования, анализа, выполнения необходимых расчетов и визуализации результатов. Интеграция такой информационно-аналитической системы с уже используемыми на АЭС информационными системами мониторинга и системами поддержки принятия решений (СППР) при радиационных авариях, например, КАДО, РОДОС и др. [9], позволит в полной мере решать задачи экологической и радиационной безопасности и будет эффективным инструментом поддержки принятия решений при управлении состоянием окружающей средой в зоне наблюдения АЭС.

Кроме того, предусматривается возможность доступа (с соответствующим уровнем) к данным мониторинга каждой АЭС.

В главном офисе Компании предлагается установить сервер для накопления и сохранения мониторинговых данных, которые будут передаваться с АЭС организованными каналами связи, а также ГИС-сервера, что позволит центральному руководству независимо от станций осуществлять оценку состояния окружающей среды в зоне наблюдения АЭС.

Для комплексной защиты информации применяется так называемый **LDAP-сервер**, который организует авторизованный доступ пользователей к ресурсам системы.

Чтобы обеспечить взаимодействие между серверами и другими информационными системами мониторинга, используемыми на АЭС, устанавливается **WEB-сервер**, который принимает запросы от клиентов системы, выдает им ответы вместе с соответствующим изображением, медиа-поток и другой информацией.

Geoportal-сервер будет обеспечивать интеграцию информационно-аналитической системы с внешними информационными ресурсами, то есть помогать пользователям сотрудничать и обмениваться данными. Доступ к информации будут иметь как внешние (граждане, общественные организации, представители СМИ и т.д.), так и внутренние пользователи. Данный сервер будет предоставлять основные данные о состоянии окружающей среды в зоне наблюдения АЭС и другую дополнительную информацию.

Между информационно - аналитической системой мониторинга АЭС, и субъектами других уровней мониторинга окружающей среды, устанавливаются взаимосвязи, которые позволяют включить ведомственную систему в структуру государственной системы по чрезвычайным ситуациям.

Планируется, что предлагаемая информационно-аналитическая система после ввода в эксплуатацию будет представлять собой универсальный программный ресурс, который будет включать уже существующие на АЭС информационные системы мониторинга окружающей среды и иметь собственные функциональные модули. Это позволит в полной мере решать важнейшие задачи радиоэкологического мониторинга и обеспечит лиц, принимающих решения, всей необходимой информацией о негативных воздействия АЭС на окружающую среду.

В работе разработан упрощенный вариант информационно-аналитической системы для комплексного радиоэкологического мониторинга АЭС, который предлагается для практического применения как на АЭС, так и в научных организациях. За основу взят подход к созданию системы, который был применен сотрудниками кафедры АЭС ОНПУ для накопления, хранения, систематизации, анализа и отображения данных комплексного радиоэкологического мониторинга зоны наблюдения Запорожской АЭС [2].

Представленный в работе вариант информационно-аналитической системы состоит из баз данных, характеризующих экологическое состояние 30-км зоны наблюдения АЭС,

модели расчета дозовых нагрузок на население и уровней загрязнения объектов окружающей среды, участвующих в переносе радионуклидов по пищевой цепочке.

Информационно-аналитическая система представляет собой комплекс программных средств для персональной ЭВМ типа IBM PC XT / AT (а также совместимых с ней), предназначенный для хранения, обработки и выдачи информации, характеризующей экологическое состояние района расположения источников радиоактивного и химического загрязнения.

Программный комплекс состоит из основного загрузочного модуля и 47 файлов данных (баз данных) типа .dbf, а также двух индексных файлов типа .ntx.

Комплекс программ используется в интерактивном режиме, что реализуется с помощью многоуровневого меню и обеспечивает функции системы управления базами данных (СУБД) реляционного типа через файлы:

- 1) ввода и редактирования информации;
- 2) просмотра данных;
- 3) обновления и удаления данных;
- 4) поиска данных по заданным атрибутам;
- 5) вывода на печать информации баз данных в заданном формате отчета.

При работе с системой используется графическое изображение карты 30-ти километровой зоны АЭС. С этой целью используется программа, которая выводит изображение зоны наблюдения АЭС на экран дисплея с появляющимся графическим маркером. При установке графического маркера внутри границ контролируемого района в файл записывается его номер и на следующий полный экран выдается его карта с нанесенными на нее номерами пункта мониторинга. Подведя курсор на изображение пункта мониторинга, записывается и его номер.

Расширяя возможности информационно - аналитической системы в направлении создания универсального программного продукта, в состав системы включена модель расчета дозовых нагрузок на население, проживающее в зоне наблюдения. При этом информационно-аналитическая система ориентирована на нормальную работу АЭС (непрерывный незначительный выброс). Поэтому в качестве модели расчета дозовых нагрузок была выбрана модель, основанная на данных о коэффициентах переноса радионуклидов по природным и пищевым цепочкам, которая дает достаточно адекватную оценку эффективной эквивалентной дозы. Реализация процедуры расчета доз основана на методических рекомендациях МКРЗ (Публикация 29).

Выводы. В работе с учетом общеевропейских требований и стандартов по информационным системам мониторинга окружающей среды в зонах влияния техногенных объектов предложена концепция и разработаны технические требования на создание автоматизированной информационно - аналитической системы для представления и анализа результатов комплексного радиоэкологического мониторинга окружающей среды в районах расположения АЭС. В её основу положена база данных о состоянии окружающей среды в зоне наблюдения АЭС. Кроме базы данных система включает в себя модели наземной экосистемы и расчета дозовых нагрузок на население, проживающее вблизи АЭС, расчет уровней загрязнения объектов окружающей среды радионуклидами, модель воздушного переноса радионуклидов, картографический материал и др.

Такая система может стать основой для экспертных заключений, с помощью которых может оцениваться радиоэкологическая обстановка (информационная функция мониторинга) и приниматься решения, приводящие к уменьшению риска для окружающей среды и населения со стороны АЭС (управленческая функция мониторинга).

Разработан упрощенный вариант информационно-аналитической системы для комплексного радиоэкологического мониторинга АЭС, который предлагается для практического применения как на АЭС, так и в научных организациях.

Список использованных литературных источников:

1. Лисиченко Г. В., Попов О. О. Сучасний стан інформатизації системи моніторингу навколишнього природного середовища в зонах впливу АЕС України // Зб. наук.праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України. - 2014. - Вип. 71. - С. 9-21.
2. Барбашев С. В. Система комплексного радиоэкологического мониторинга районов расположения АЭС Украины: дис....доктора техн. наук: спец. 05.14.14 “Теплові та ядерні енергоустановки” / С. В. Барбашев. — Одесса. - 2009. - 394с.
3. Барбашев С. В., Витько В. И., Коваленко Г. Д. Радиационный мониторинг в Украине: состояние, проблемы и пути их решения. – Одесса. - 2011. - 80 с.
4. Лисиченко Г. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків:Монографія. / Г. В. Лисиченко, Г. А. Хміль, С. В. Барбашев. - Одеса: Астропринт. - 2011. - 368с.
5. Барбашев С. В., Лисиченко Г. В., Попов О. О. Розширення функціональних можливостей радіоекологічного моніторингу природного середовища в районах розташування АЕС щодо прийняття управлінських рішень // Ядерна енергетика та довкілля. - 2014. - Вип. 2(4). - С. 12-18.
6. Впровадження європейських стандартів і нормативів у Державну систему моніторингу довкілля України: Наук. метод. посіб / О. І. Бондар, О. Г. Тараріко, Є. М. Варламов та ін. - К. : Інрес, 2006. - 264с.
7. СОУ НАЕК 004:2011. Екологічна оцінка енергоблоків АЕС. Загальні вимоги до складу та змісту матеріалів оцінювання: Стандарт національної атомної енергогенеруючої компанії “Енергоатом”. - К.: НАЕК “Енергоатом”. - 2011. - 20с.
8. Попов О. О. Європейські принципи організації моніторингу довкілля. Моделювання та інформаційні технології. - 2016. - Вип.71. - С. 13-29.
9. Турбаевский В. В. Системы поддержки принятия решения при радиационных авариях на АЭС: состояние и пути совершенствования. Ядерна та радіаційна безпека. - 2011. - Вип. 2(50). - С. 24-28.