

## Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки: принципы построения и методы реализации

*Дан краткий анализ состояния автоматизированного контроля радиационной обстановки в окружающей среде в районах расположения АЭС Украины и других стран. Рассмотрены вопросы, связанные с построением Единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки на территории Украины. Описаны общие принципы построения рассматриваемых в статье систем и методы их реализации.*

*Ключевые слова:* радиационная обстановка, контролируемая территория, автоматизированная система радиационного контроля, принципы построения, методы реализации.

**С. В. Барбашев, Б. С. Пристер**

### Автоматизовані системи контролю радіаційної обстановки: принципи побудови та методи реалізації

*Наведено стислий аналіз стану автоматизованого контролю радіаційної обстановки в довіллі у районах розташування АЕС України та інших країн. Розглянуто питання побудови Єдиної державної автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки на території України. Описано загальні принципи побудови систем, які розглядаються в статті, та методи їх реалізації.*

*Ключові слова:* радіаційна обстановка, територія, яка контролюється, автоматизована система радіаційного контролю, принципи побудови, методи реалізації.

© С. В. Барбашев, Б. С. Пристер, 2013

Законами Украины, которые регламентируют деятельность в сфере использования ядерной энергии и охраны окружающей среды [1—3], а также разработанными и принятыми в соответствии с ними правилами, нормами и положениями в области радиационной безопасности [4—7] на каждой АЭС предусмотрено создание автоматизированной системы радиационного контроля (АСКРО), предназначенной для осуществления непрерывного слежения за радиационной обстановкой на промплощадке АЭС, в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и зоне наблюдения (ЗН) при всех режимах работы станции, включая проектные и запроектные аварии, а также при прекращении ее эксплуатации.

В 1997 г. вступил в действие отраслевой стандарт Украины «Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки для атомных станций. Основные положения», который распространяется на разрабатываемые и модернизируемые АСКРО для АЭС. С учетом этого стандарта на всех украинских АЭС были созданы АСКРО (на Южно-Украинской АЭС формирование автоматизированной системы должно завершиться в 2012 г.). В настоящее время все они находятся в рабочем состоянии, непрерывно фиксируя радиационную обстановку вокруг АЭС, о чем могут свидетельствовать сайты станций, на которых в режиме реального времени отображаются радиационный фон и метеопараметры в зоне наблюдения. Данные измерений, выполненных с помощью АСКРО, свидетельствуют, что при штатной работе атомные станции Украины не представляют угрозы для населения и окружающей среды: радиационный фон в районах расположения АЭС находится на уровне значений, который фиксировался до их строительства.

Совсем другая ситуация может сложиться в результате радиационной аварии или инцидента, когда последствия вне ядерного объекта могут распространиться на большие площади и представлять угрозу для людей и природы. Это обстоятельство требует создания на территории страны надежных систем раннего предупреждения о возможных аварийных ситуациях на радиационно-опасных объектах (РОО) и поддержки принятия решений в сложившейся ситуации.

Определенные шаги по созданию таких систем делались еще в бывшем СССР. Так, в 1989 г. Совет Министров СССР принял постановление о создании Единой государственной автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (ЕГАСКРО). В рамках этого проекта предусматривалась разработка Республиканской автоматизированной системы контроля радиационной обстановки (РАСКРО) «Украина». Однако после распада СССР работы по созданию РАСКРО практически свернулись.

В 1992—1994 гг. в рамках программы TACIS для Украины был разработан проект системы раннего предупреждения (СРП) о радиационных авариях «Гамма-1» как часть европейской СРП. Проектом предусматривалось создание сети датчиков вокруг АЭС, Национального научного центра «Харьковский физико-технический институт» (ННЦ ХФТИ) и в Чернобыльской зоне отчуждения. В 1997 г. часть системы была создана (сейчас практически не функционирует), однако проект в целом так и не реализован.

Подробный анализ нынешнего состояния систем радиационного мониторинга в Украине, в том числе АСКРО и СРП, приведен в монографии [9], где показано, что ситуация в этой сфере неудовлетворительна и нуждается в существенном улучшении, иначе, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на РОО, Украина не сможет обеспечить безопасные условия проживания людей и сохранение природы.

По-видимому, под влиянием событий в Японии, Кабинет Министров Украины решил возобновить работы по созданию ЕГАСКРО и в январе 2012 г. утвердил план мероприятий в этом направлении [8]. Среди запланированных мероприятий: модернизация АСКРО на государственном предприятии «НАЭК “Энергоатом”» и ее интеграция в Единую систему, обеспечение контроля радиационной обстановки на территории населенных пунктов, расположенных в зоне наблюдения радиационно-опасных объектов государственного предприятия «ВостГОК», обеспечение контроля радиационной обстановки в научно-исследовательских и учебных заведениях, деятельность которых связана с использованием ядерных установок, обеспечение контроля радиационной обстановки в пунктах захоронения радиоактивных отходов предприятий государственной корпорации «Украинское государственное объединение “Радон”», модернизация системы радионуклидного мониторинга главного центра специального контроля Государственного космического агентства Украины и ее интеграция в Единую систему.

В настоящей статье, в основу которой положены результаты работ ее авторов, а также украинских и российских ученых, главное внимание уделено общим принципам и методам построения АСКРО окружающей АЭС среды и ЕГАСКРО в Украине.

Поскольку в Украине отсутствуют нормативно-методические документы по созданию и эксплуатации ЕГАСКРО (в отличие от АСКРО АЭС), при описании назначения, целей, режимов, условий работы и состава такой системы мы взяли за основу действующие в Российской Федерации рекомендации по регулированию безопасности объектов атомной энергетики [10, 11]. Следуя им, предлагаем следующую трактовку общих характеристик ЕГАСКРО.

**Назначение ЕГАСКРО.** Общегосударственная система ЕГАСКРО предназначена для ведения непрерывного контроля радиационной обстановки на территории страны. Она является измерительно-информационной системой, которая должна стать одним из компонентов *единой системы государственного управления радиационной безопасностью*.

**Цели контроля.** В условиях, когда параметры радиационной обстановки слабо изменяются в пределах нормативных уровней, контроль проводится в целях:

надзора за соблюдением норм, правил и квот при осуществлении деятельности с использованием источников ионизирующего излучения;

как можно более раннего выявления признаков аварийной ситуации на потенциально радиационно-опасных объектах (как внутри страны, так и за ее пределами) для изменения режима функционирования ЕГАСКРО в целом или ее подсистем;

содействия соблюдению норм и правил радиационной безопасности;

оценки негативных медико-демографических последствий радиационного воздействия для конкретного контингента населения;

определения исходной радиационной обстановки в условиях ее возможного ухудшения.

При относительно быстром изменении радиационной обстановки контроль проводится в целях:

как можно более раннего выявления причин происходящих изменений и степени их опасности;

прогноза дальнейших изменений и возможных последствий для отдельных лиц и/или определенного контингента населения;

определения необходимых мер по обеспечению радиационной безопасности и мер защиты в соответствии с НРБУ-97;

обоснования мер по оказанию медицинской и социальной помощи.

После проведения мероприятий по улучшению радиационной обстановки контроль проводится в целях:

определения эффективности реабилитационных мероприятий;

прогноза негативных медико-демографических последствий и обоснования реабилитационных мероприятий;

выявления зависимости медико-демографических последствий от радиационного воздействия.

**Режимы функционирования.** В соответствии с перечисленными целями контроля радиационной обстановки предусмотрено три режима функционирования ЕГАСКРО:

режим повседневной деятельности — при нормальной радиационной обстановке;

режим повышенной готовности — при ухудшении радиационной обстановки и/или получении прогноза о возможном возникновении радиационной аварии;

аварийный режим — при возникновении радиационных аварий или аварийных ситуаций на контролируемых объектах и во время ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

В зависимости от причин и масштабов изменения радиационной обстановки соответствующий режим может вводиться для ЕГАСКРО в целом или для отдельных ее подсистем. Критерии смены режима зависят от уровня в иерархии ЕГАСКРО. Например, на локальном уровне может быть установлен режим повышенной готовности, в то время как ЕГАСКРО в целом будет функционировать в режиме повседневной деятельности.

**Виды контроля.** Должны осуществляться три разновидности контроля радиационной обстановки, которые отличаются объектами контроля и его задачами:

контроль источников радиоактивного загрязнения (т. е. предприятий, которые осуществляют деятельность с использованием источников ионизирующих излучений или в результате своей деятельности увеличивают радиационный фон сверх естественного уровня), включая контроль сбросов и выбросов радиоактивности в окружающую среду, контроль уровней загрязнения и облучения в зонах их влияния;

мониторинг радиоактивного загрязнения природной среды (атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод суши, морских вод, особенно в местах захоронения радиоактивных продуктов, объектов флоры и фауны) как барьера, который отделяет человека от источников радиационной опасности и через который распространяются излучения и радиоактивные вещества, а также живых объектов, которые могут подвергаться неблагоприятному радиационному воздействию;

радиационный контроль человека, среды его обитания и предметов потребления (включая их производство и использование сырья), контроль уровней и доз облучения.

**Состав и условия работы.** Основой системы является *сеть пунктов АСКРО*, состоящая из постов контроля мощности дозы гамма-излучения, размещаемых на местности; совокупности датчиков, измеряющих метеопараметры, по показаниям которых определяется состояние атмосферы; технологических датчиков РОО, предназначенных для определения параметров выброса радиоактивной примеси в атмосферу; программного обеспечения нижнего и верхнего

уровней, из которых первый обеспечивает обработку показаний датчиков с целью преобразования их в специальный формат (для использования в качестве исходных данных при проведении прогностических расчетов), а второй, основу которого составляют расчетные модели переноса радиоактивной примеси в атмосфере и водной среде, а также математические методы оценки дозовых нагрузок на персонал и население, осуществляет прогноз радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Для оперативной работы системы необходимо, чтобы она функционировала в режиме реального времени.

В связи с тем, что вопрос формирования сети контроля является основополагающим при построении системы, рассмотрим его подробнее.

Предположим, что ЕГАСКРО состоит только из объектов АСКРО, например АСКРО АЭС.

В настоящее время теоретически и экспериментально показано [10, 12–14], что для повышения точности оценки уровней радиационного загрязнения окружающей АЭС среды и дозовых нагрузок на персонал и население следует сформировать такую сеть радиационного контроля (РК), которая учитывала бы метеорологические, экологические и демографические особенности территории размещения АЭС, а также экономические и физико-технические критерии, отвечающие условиям размещения постов РК на местности.

Здесь следует отметить, что если в работах [10, 12], а также в украинских нормативно-методических документах, в которых говорится о системах РК окружающей среды, в том числе АСКРО, под экологическими особенностями авторы понимают шероховатость и рельеф местности, влияющие на атмосферный перенос примесей и их осадений, то в работах [13, 14] под экологическими особенностями контролируемой территории понимаются ландшафтно-геохимические характеристики наземных экосистем, которые влияют на процессы поступления, миграции и накопления радиоактивных веществ и, в итоге, формируют радиационную обстановку и дозовые нагрузки на население.

Сказанное обуславливает различие в методических подходах к построению сети радиационного контроля.

С учетом взгляда на экологичность как на один из метеопараметров, построена сеть постов некоторых объектов АСКРО в России и в Украине. Расчеты показывают [10, 12, 15], что при таком подходе наименьшее количество датчиков (постов контроля мощности гамма-излучения), размещаемых только в СЗЗ и регистрирующих факел выброса при любом направлении ветра, должно отвечать наихудшим метеоусловиям и составлять от 22 до 25, а для ЗН — более 100. Большинство из них «привязаны» к населенным пунктам. Таким образом, при формировании сети АСКРО учитываются лишь метеорологические особенности территории и демографический (санитарно-гигиенический) принцип.

Общее число российских объектов АСКРО, интегрированных в отраслевую АСКРО, равно 311. Данные радиационного контроля передаются в ФГУП «Ситуационно-кризисный центр (СКЦ) Росатома» от объектов АСКРО, действующих в районах расположения 24 организаций Госкорпорации «Росатом» [16]. При этом количество постов в зонах наблюдения РОО колеблется для АЭС от 8 до 29, а для других РОО — от 1 до 6. Кроме того, СКЦ Росатома контролирует показания мощности дозы гамма-излучения со 150 датчиков, расположенных по всей территории России.

В Украине ситуация аналогична, т. е. при формировании сети АСКРО АЭС во внимание берется отраслевой стандарт, который рекомендует учитывать метеоусловия и располагать посты контроля вблизи или в пределах населенных пунктов, находящихся в зоне контроля (СЗЗ+ЗН). Количество постов АСКРО в 30-километровой зоне украинских АЭС колеблется от 11 на Хмельницкой АЭС до 14 — на Запорожской АЭС. Кроме того, в Чернобыльской зоне отчуждения в настоящее время работают 22 пункта и устанавливается еще 17 новых. Остальные РОО Украины АСКРО не имеют.

В работах [13, 14] показано, что такая сеть АСКРО будет «прозрачной» для выброшенных с АЭС радионуклидов в случае возникновения неблагоприятных метеоусловий, обуславливающих распространение факела выброса в узком секторе (15–20°).

Таким образом, сеть АСКРО ни на одной из украинских АЭС и на восьми из десяти российских АЭС не обеспечивает получения точной информации о радиационной ситуации в ЗН АЭС.

Для получения представительных и точных результатов текущих измерений и прогнозных расчетов радиационной обстановки, в основу методологии формирования сети пунктов АСКРО и ЕГАСКРО нужно положить эколого-гигиенический принцип, учитывающий и санитарно-гигиенический, и экологический (учет характеристик наземных экосистем) подходы к радиационному контролю. Это значит, что на начальном этапе создания системы автоматизированного контроля радиационной обстановки следует сформировать такую сеть пунктов контроля, которая учитывала бы не только самые неблагоприятные метеоусловия, но и рельеф местности, типы ландшафтов, прогнозную плотность загрязнения подстилающей поверхности от выпадений из радиоактивного облака, численность населения и другие поддающиеся количественным оценкам характеристики местности и источника выброса, а также экономические и физико-технические критерии [12, 14]. Методически реализовать описанный выше подход можно, используя результаты мониторинга метеоданных, ландшафтного и демографического районирования исследуемой территории [17].

Ландшафтно-геохимическое районирование в качестве основного методического подхода к организации радиоэкологического мониторинга (контроля) территорий расположения АЭС описан и применен авторами статьи на практике при изучении загрязнения окружающей среды в районах размещения АЭС южного региона СССР ещё в 1985 г. [18], затем подробно излагался в [19–24]. В 1988 г. он вошел в «Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС» [17].

Суть метода заключается в следующем. При штатном режиме работы АЭС, а также в средней и поздней фазах аварии, критическими элементами окружающей среды, формирующими радиационную обстановку и дозовые нагрузки на население, являются наземные экосистемы. Поэтому главное внимание при мониторинге (контроле) в этих режимах должно быть уделено именно им. При острой же фазе аварии, когда АСКРО наиболее необходимы, радиационная обстановка формируется в основном за счет облучения от радиоактивного облака аварийного источника (установки) и выпадениями из него на подстилающую поверхность. При этом радиационная обстановка, кроме параметров, влияющих на атмосферный перенос примесей, будет зависеть от особенностей рельефа и ландшафта местности.

Основной задачей радиационного контроля при всех режимах работы АЭС является углубленное изучение процессов миграции (атмосферной, наземной), накопления радионуклидов в ландшафтах регионального и локального масштабов, а также оценка последствий данного явления. Для этого следует разбить территорию наблюдения на участки (районы) так, чтобы проведенные на них измерения характеризовали как источник загрязнения (через плотность выпадений), так и пути распространения загрязняющих веществ. При этом выделенные районы должны быть максимально однородными по ландшафтно-геохимическим и физико-географическим характеристикам в отношении процессов поступления, миграции и накопления загрязняющих веществ.

Главная задача при создании сети пунктов радиационного контроля должна сводиться к обеспечению представительности и равнозначности результатов измерений на всей территории. Представительность достигается за счет формирования сети такого числа точек (постов) контроля, которая позволила бы охарактеризовать все особенности территории.

Для достижения равной точности результатов измерений, характеризующих радиационную обстановку на территории наблюдения, которая определяется последствиями атмосферного переноса радионуклидов, экологическими (ландшафтно-геохимическими) и демографическими особенностями территории, количество точек (постов) контроля распределяется между участками, выделенными при помощи ландшафтно-геохимического районирования, пропорционально их площади, прогнозной плотности загрязнения, численности населения и другим значимым с точки зрения риска и поддающимся учету факторам, влияющим на формирование радиационной обстановки и дозовых нагрузок на население, с помощью весовых коэффициентов.

Число постов контроля  $N_j$  в  $j$ -м районе определяют по формуле

$$N_j = \frac{N_{3Н} (a_{G_j} + a_{S_j} + a_{D_j} + \dots)}{\sum (a_{G_j} + a_{S_j} + a_{D_j} + \dots)},$$

где  $N_{3Н}$  — число постов в зоне наблюдения АЭС;  $a_{G_j} = G_j/G_{3Н}$  — весовой коэффициент по прогнозной плотности загрязнения;  $a_{S_j} = S_j/S_{3Н}$  — весовой коэффициент по площади;  $a_{D_j} = D_j/D_{3Н}$  — весовой коэффициент по численности населения и т. д. Величина  $G_j$  определяется интегрированием прогнозной плотности загрязнения по площади в пределах выделенных контуров и выражается в относительных единицах. Общее число постов контроля в ЗН АЭС оценивается по методике, разработанной К. П. Махонько [25], и равно 80—120 для 30-километровой зоны.

Еще одним критерием, которому должна удовлетворять формируемая сеть пунктов контроля (мониторинга), является обеспечение максимальной вероятности обнаружения узкого факела выброса (10—14°) за счет пространственного распределения пунктов.

Предлагаемый метод формирования сети постов радиационного контроля (мониторинга) территории расположения АЭС, а также любого другого РОО, в отличие от применяемого в настоящее время, основанного на узком

понимании экологичности как шероховатости и рельефа местности, а также на санитарно-гигиеническом принципе, который дает ошибку до 400 % [14], обеспечивает равнозначность и представительность результатов контроля на всей территории, максимальную вероятность обнаружения загрязнения территории выбросами при любых метеорологических условиях, учет миграционных процессов, привязку к характеристикам источника выброса.

Для решения задачи, связанной с экономической стороной создания сети контроля, следует рассмотреть вопрос оптимизации числа радиационного контроля, т. е. сколько постов из общего числа (80—120) можно оставить в сети без потери точности оценок. Здесь возможно применение нескольких методов. Один из них — метод многокритериальной оптимизации и поддержки принятия решений [26, 27]. На его основе разработан и реализован метод восстановления неизвестных параметров источника загрязнения на основании данных мониторинга радиационного загрязнения, обеспечивающий возможность восстановления параметров источника в реальных условиях аварийной ситуации, когда информация об источнике весьма неопределенна [28]. Разработанный метод эффективен в реальных условиях сложной метеорологической обстановки и, в то же время, достаточно оперативен, что позволяет использовать его в режиме реального времени.

Еще один математический метод определения оптимального с точки зрения погрешности измерений и стоимостных характеристик сети числа постов контроля, — метод минимакса [29]; он используется для минимизации возможных потерь из тех, которые лицам, принимающим решение в условиях неопределенности, нельзя предотвратить при развитии событий по наихудшему для них сценарию.

Ссылаясь на результаты исследований российских и зарубежных ученых, Е. В. Лукенюк [30] в основу определения количества и месторасположения постов контроля предлагает положить принцип допустимой погрешности результатов наблюдений.

Все сказанное в этой части статьи относится как к системам радиационного контроля, работающим в режиме лабораторных измерений (с задержкой во времени), так и в режиме реального времени, т. е. для АСКРО.

Для практической реализации на АЭС предлагаемого подхода нужно разработать новое методическое руководство по контролю окружающей среды районов расположения АЭС и внести соответствующие изменения в типовой регламент РК АЭС [13]. Аналогично следует поступить и для ЕГАСКРО.

Выше мы рассмотрели гипотетическую ситуацию, при которой ЕГАСКРО состоит только из объектов АСКРО (АСКРО АЭС). Возникает вопрос: сможет ли такая система зарегистрировать распространение факела выброса внутри страны в случае возникновения аварийной ситуации на одном из объектов, АСКРО других РОО, работающих в штатном режиме?

В данном случае время получения информации об аварийной ситуации будет определяться расстоянием от аварийного объекта до поста АСКРО другого РОО, метеорологическими условиями (направлением и скоростью ветра) и действиями лиц, принимающими решения. В условиях Украины это время может измеряться десятками часов, что для определения перечня и проведения необходимых мероприятий по обеспечению радиационной безопасности и мер защиты населения недопустимо велико.



Рис. 1. Пункты радиационного контроля атмосферного воздуха на территории Украины

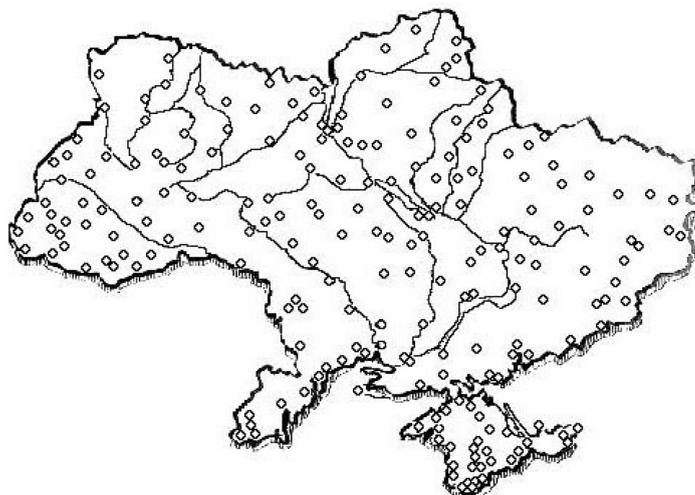


Рис. 2. Расположение метеостанций Госкомгидромета на территории Украины

Точно такая же картина будет наблюдаться и при аварии на РОО вне страны, которая, кроме всего прочего, будет усложняться неопределенностью развития ситуации на территории другого государства.

Отсюда следует вывод о необходимости формирования такой сети пунктов ЕГАСКРО, которая учитывала бы перечисленные принципы, все риски и неопределенности и позволяла как можно раньше выявить признаки и причины изменения радиационной обстановки, степень ее опасности для людей.

Решить эту задачу в Украине можно, взяв за основу существующую в стране сеть АСКРО АЭС, сеть, состоящую из 182 пунктов радиационного мониторинга атмосферного воздуха, принадлежащих МЧС [9] (рис. 1), сеть метеостанций бывшего Госкомгидромета [31] (рис. 2), состоящую из 216 станций, которые расположены почти в тех же местах, что и пункты мониторинга, выбрать пункты, соответствующие эколого-гигиеническому принципу, а затем выполнить работы по оптимизации и автоматизации сети. Это позволит проводить постоянный контроль радиационных параметров и выполнять прогностические оценки

изменения радиационной обстановки и расчет дозовых нагрузок на население по всей территории Украины.

Некоторые страны при создании своей ЕГАСКРО пошли по другому пути. Кроме пунктов АСКРО АЭС, большинство остальных пунктов национальной системы контроля у них расположены вдоль государственной границы (Норвегия, Финляндия, Швеция) [32].

Республика Беларусь не имеет на своей территории атомных электростанций, но в непосредственной близости от ее границ на территориях сопредельных государств находятся четыре атомные электростанции: Игналинская (4 км от границы), Чернобыльская (12 км), Ривненская (65 км), Смоленская (75 км). Возникновение аварийных ситуаций на этих ядерно-опасных объектах может повлечь за собой выброс радиоактивности во внешнюю среду и, как следствие, загрязнение территории Беларуси.

В настоящее время в Беларуси в рамках сети радиационно-экологического мониторинга (55 пунктов) создана современная АСКРО в зонах наблюдения АЭС сопредельных государств [33] (рис. 3), предназначенная для контроля радиационной обстановки в реальном масштабе времени,

Условные обозначения:

- Преобладающее направление ветра - "среднегодовая роза ветров"
- АЭС
- Удаление от АЭС
- Измерение уровней мощности дозы гамма-излучения
- Пункты отбора проб радиоактивных аэрозолей в приземном слое атмосферы
- Пункты отбора проб радиоактивных выпадений
- Ландшафтно-геохимические полигоны
- Пункты автоматизированного измерения уровней мощности дозы гамма-излучения
- Национальный центр реагирования
- Региональный центр реагирования
- Локальный центр реагирования

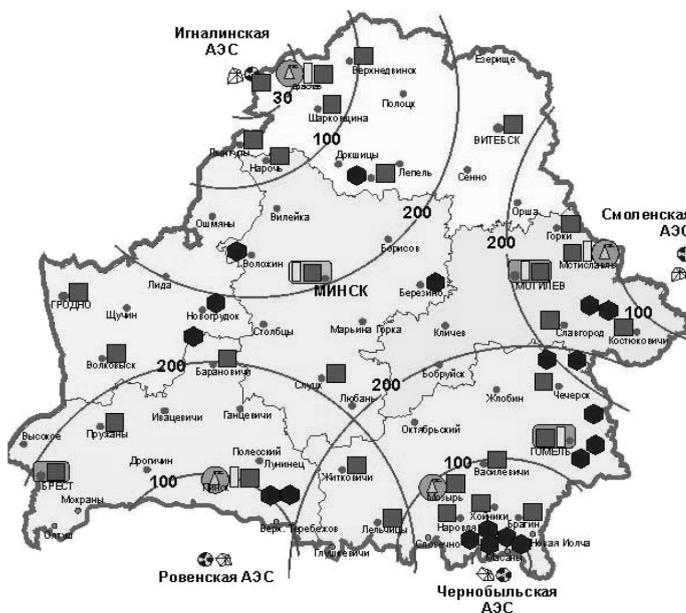


Рис. 3. Схема размещения пунктов радиационного мониторинга в Республике Беларусь

измерения мощности дозы гамма-излучения и передачи данных совместно с метеорологическими параметрами по каналам телеметрии в пункты контроля и центры реагирования.

Наиболее современным подходом к организации постоянного радиационного контроля могла бы стать национальная система дистанционного зонирования земли [34] или создаваемая в настоящее время Международная аэрокосмическая система мониторинга глобальных явлений в интересах краткосрочного прогнозирования природных и техногенных катастроф (МАКСМ) [35].

Развитие космических средств мониторинга Земли дает принципиально новую возможность решения крайне сложной проблемы прогнозирования и предупреждения стихийных природных явлений и техногенных аварий и катастроф. Современные космические средства наблюдения, обладая возможностью глобального мониторинга поверхности Земли, атмосферы и околоземного пространства, в совокупности с воздушными и наземными средствами могут в конечном итоге обеспечить выявление источников опасности техногенного происхождения, предвестников и надежный прогноз землетрясений, цунами, торнадо и других глобальных геофизических явлений, а также оперативную передачу данных мониторинга практически в любую точку земного шара.

## Выводы

Основой системы контроля радиационной обстановки, в том числе автоматизированной, является сеть пунктов контроля. В настоящее время такая сеть строится на основании анализа метеоусловий и санитарно-гигиенического подхода к радиационному контролю, при котором не учитываются экологические особенности территории, что приводит к погрешностям при оценке уровней загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на население.

Для обеспечения представительности и точности измерений при контроле, в частности автоматизированном, радиационной обстановки как вокруг АЭС, так и на территории страны, нужна сеть, которая формировалась бы с учетом эколого-гигиенического принципа, т. е. учитывала бы не только демографические данные и неблагоприятные метеоусловия, но и рельеф местности, типы ландшафтов, характеристики источника выброса и другие, подающиеся количественным оценкам, характеристики местности, а также экономические и физико-технические критерии. Такая сеть должна быть сформирована на основе мониторинга метеоданных, ландшафтно-геохимического и демографического районирования исследуемой территории.

Для ЕГАСКРО на территории Украины задачу можно решить, взяв за основу уже существующую в стране сеть АСКРО АЭС и сеть пунктов радиационного мониторинга атмосферного воздуха, принадлежащих МЧС, а также сеть метеостанций бывшего Госкомгидромета, с последующим проведением работ по оптимизации и автоматизации.

В настоящей статье представлены только некоторые подходы к построению АСКРО окружающей АЭС среды и ЕГАСКРО Украины. При этом основное внимание уделено формированию сети пунктов контроля. Однако работа далеко не исчерпывается только этой темой. Для ЕГАСКРО она является многофакторной, требующей решения организационных, правовых, методических, технических, на-

учных задач, межотраслевой и даже межнациональной. Ее можно выполнить, но при условии регулярного и полного финансирования запланированных работ и привлечения к ним мощного научного потенциала страны.

## Список использованной литературы

1. *Україна. Закони.* Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку: [введ. в дію Постановою Верховної Ради України № 40/95-ВР від 08 лютого 1995 р.] // Відомості Верховної Ради України. — 1995. — № 12. — Ст. 81.
2. *Україна. Закони.* Про захист людини від іонізуючого випромінювання: [введ. в дію Постановою Верховної Ради України № 15/98-ВР від 14 січня 1998 р.] // Відомості Верховної Ради України. — 1998. — № 22. — Ст. 115.
3. *Україна. Закони.* Про охорону навколишнього середовища: [введ. в дію Постановою Верховної Ради УРСР № 1264-ХІІ від 25 червня 1991 р.] // Відомості Верховної Ради України. — 1991. — № 41. — Ст. 546.
4. *Україна. СанПиН.* Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-88): [Утв. М-вом здравоохранения СССР 23 ноября 1988 г., с учетом приказа МОЗ Украины, Госатомрегулирования от 06.05.2003 № 196/59 «Про скасування чинності положень СПАС-88, що стосується питань встановлення значень допустимих викидів та скидів радіоактивних речовин АЕС в навколишнє природне середовище»].
5. *Україна. СанПиН.* ОСП 6.177.-2005-09-02. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности Украины (ОСПУ): [Утв. М-вом здравоохранения Украины, приказ № 54 от 02.02.2005].
6. *Україна. Норми та правила в атомній енергетиці.* НП 306.2.141-2008. Загальні положення безпеки атомних станцій (ОПБ-2008): [Затвердж. наказом Держатомрегулювання від 19.11.2007 № 162, за реєстр. в Мін'юсті 25.01.2008 за № 56/14747].
7. *Україна. Державні гігієнічні нормативи України.* ДГН 6.6.1.-6.5.001-98. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97): [Затвердж. наказом МОЗ України від 14.07.97 № 208 і введ. в дію з 01.01.1998 Постановою Головного державного санітарного лікаря України від 01.12.97 № 62]. — К: Відділ поліграфії Укр. центру Держсанепідемнагляду МОЗ України. — 1997. — 125 с.
8. *Україна. Розпорядження КМ.* Про затвердження плану заходів щодо створення єдиної автоматизованої системи контролю радіаційної обстановки на період до 2015 року: [Затвердж. розпорядженням КМ України від 25 січня 2012 р. № 44-р].
9. *Барбашев С. В.* Радиационный мониторинг в Украине: состояние, проблемы и пути решения [монография] / С. В. Барбашев, В. И. Витько, Г. Д. Коваленко; под ред. д-ра техн. наук С. В. Барбашева. — Одесса: Астропринт, 2011. — 80 с.
10. *Российская Федерация. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии.* Положение о повышении точности прогностических оценок радиационных характеристик загрязнения окружающей среды и дозовых нагрузок на персонал и население: [Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 января 2010 г. № 11].
11. Рекомендации по приборному обеспечению дозиметрического и радиометрического контроля в соответствии с НРБ-99 и ОСПОРБ-99 / М-во РФ по атомной энергии. — М., 2003.
12. *Елохин А. П.* Оптимизация методов и средств автоматизированных систем контроля, радиационной обстановки окружающей среды: дис. ... доктора техн. наук: 05.13.06, 05.13.05. / Елохин Александр Прокопьевич. — М., 2001. — 325 с.
13. *Барбашев С. В.* Пути и способы усовершенствования системы радиационного контроля АЭС / С. В. Барбашев, Б. С. Пристер // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чорнобиля. — 2010. — Вип. 14. — С. 17-23.
14. *Барбашев С. В.* Система комплексного радиоэкологического мониторинга районов расположения АЭС Украины: дис. ... доктора техн. наук: 05.14.14 / Барбашев Сергей Викторович. — Одесса, 2009. — 394 с.

15. *Елохин А. П.* Автоматизированные системы контроля радиационной обстановки окружающей среды: Уч. пособие. — М.: НИЯУ «МИФИ», 2010.
16. Отчет по безопасности / Росатом; под ред. Евстратова Е. В. — М.: Изд-во «Комтехпринт», 2011. — 60 с.
17. Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. — Л.: Гидрометеоздат, 1990. — 264 с.
18. Изучить комплексное загрязнение окружающей среды в районах размещения АЭС Южного региона СССР на примере Чернобыльской АЭС и Одесской АТЭЦ: Отчёт о НИР (заключит.) / Одесский политех. ин-т. — 862–58; № ГР 01840036776. — Одесса, 1985. — 138 с.
19. *Барбашев С. В.* Радиоактивное и химическое загрязнение почвы и растительности в районе Запорожской АЭС / Барбашев С. В., Верховецкий Н. А., Пристер Б. С. — М.: ИАЭ им. Курчатова, 1991. — 82 с.
20. *Арлинская А. М.* Методология комплексного мониторинга на территории расположения АЭС / А. М. Арлинская, С. В. Барбашев, Т. И. Доброва, Р. Б. Иванова, Б. С. Пристер // Радиационная безопасность и защита АЭС. — М.: Атомэнергоиздат, 1991. — Вып. 13. — С. 168–176.
21. *Барбашев С. В.* Концепция и принципы организации и ведения экологического мониторинга районов расположения АЭС / С. В. Барбашев // Радиационная и экологическая безопасность предприятий ядерного топливного цикла; под ред. С. В. Барбашева. — Одесса: УкрЯО, 1997. — Вып. 2. — С. 80–88.
22. *Барбашев С. В.* Основные принципы организации и ведения экологического мониторинга районов расположения АЭС / С. В. Барбашев // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. — Х.: Райдер, 2006. — Т. 2. — С. 103–107.
23. *Барбашев С. В.* Методология и концепция мониторинга окружающей среды при коммунальной аварии на АЭС / Барбашев С. В. // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. — Х.: Райдер, 2007. — Т. 2. — С. 87–90.
24. *Барбашев С. В.* Контроль радиационной обстановки в районах расположения АЭС Украины: состояние и пути совершенствования / С. В. Барбашев // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення. — Х.: Райдер, 2008. — Т. 2. — С. 118–122.
25. *Махонько К. П.* Контроль за радиоактивным загрязнением природной среды в окрестностях АЭС / Махонько К. П., Силантьев А. Н., Шкуратова И. Г. — Л.: Гидрометеоздат, 1985. — 136 с.
26. *Кини Р. Л.* Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения / Кини Р. Л., Райфа Х. — М.: Радио и связь, 1981. — 560 с.
27. *Трифонов А. Г.* Многокритериальная оптимизация. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.matlab.exponenta.ru/optimiz/book\\_1/16.php](http://www.matlab.exponenta.ru/optimiz/book_1/16.php)
28. *Шершаков В. М.* Исследование и разработка методов и программных систем поддержки принятия решений в чрезвычайных ситуациях, связанных с радиоактивным загрязнением окружающей природной среды: дис. ... доктора техн. наук: 05.13.11 / Шершаков Вячеслав Михайлович. — М., 2001. — 255 с.
29. Минимакс. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.ru.wikipedia.org/wiki/Минимакс](http://www.ru.wikipedia.org/wiki/Минимакс)
30. *Лукенюк Е. В.* Совершенствование системы оценки и улучшения качества воздушного бассейна: дис. ... канд. тех. наук: 03.00.16 / Лукенюк Елена Викторовна. — Самара, 2009. — 197 с.
31. Кадастр ветров Украины. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.nep.crimea.ua/info/vetryaniye\\_electrogeneratory.php?page=6](http://www.nep.crimea.ua/info/vetryaniye_electrogeneratory.php?page=6)
32. Радиационный мониторинг в сети. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.barentsobserver.com/ru/node/20176](http://www.barentsobserver.com/ru/node/20176)
33. Автоматизированная система радиационного контроля. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.rad.org.by/articles/radiation/asrc.html](http://www.rad.org.by/articles/radiation/asrc.html)
34. *Валигурская Т.* За экологией будут следить из космоса / Т. Валигурская // Голос Украины. — 2012. — № 117 (5367). — 27.06.2012.
35. МАКСМ — глобальная система прогнозирования природных и техногенных катастроф. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www.roscosmos.ru/main.php?id=2&nid=12805](http://www.roscosmos.ru/main.php?id=2&nid=12805)

Получено 04.12.2012.