

МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

*Рассмотрены вопросы, связанные с охраной окружающей среды в районах расположения АЭС. Определены границы действия мониторинга гидросферы, направления, по которым осуществляется мониторинг. Предложен подход к проектированию наблюдательной сети, дано описание подсистем наблюдений, оценок и прогноза. **Ключевые слова:** подземные воды, атомная станция, структура мониторинга подземных вод, подсистемы наблюдений, оценок и прогноза.*

Belousova A.P. (Water Problems Institute, RAS)

GROUNDWATER MONITORING AT NUCLEAR POWER PLANT SITES

*The paper deals with problems related to protection of the environment in areas occupied by nuclear power plants. The paper describes the extent of hydrosphere monitoring and guidelines along which monitoring is to be organized. The authors recommend a certain approach toward the planning observation networks and provide description of regime observations, assessment and forecasting subsystems. **Key words:** groundwater, nuclear power plant, structure of groundwater monitoring; subsystem of observation, assessment and forecast.*

Уроки Чернобыля и Фукусимы

Автор являлась одним из разработчиков концепции комплексного экологического мониторинга атомных станций, созданной в 1988–1989 гг. по заданию института «Атомэнергопроект» Минатомпрома после аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС); некоторые авторские подходы этой концепции при организации мониторинга подземных вод изложены ранее [1]. События на атомной станции «Фукусима 1» в Японии показали, что данный подход к организации мониторинга на атомных станциях не потерял своей важности, а скорее всего, стал еще более актуальным для функционирующих, строящихся и проектируемых атомных станций во всем мире, поскольку продемонстрировали, что уроки Чернобыля не были учтены другими странами, ведомствами и компаниями, занимающимися проблемами ядерной энергетики.

Действия, а скорее бездействие, японских атомных компаний, владельцев атомных станций, попавших в зону воздействия землетрясения и цунами, свидетельствовали о полной их беспомощности и растерянности в этой экстремальной ситуации, к которой они должны были быть готовы, если бы выполнили все требования МАГАТЭ по выбору площадок для строительства и ведению мониторинга при строительстве и эксплуатации АЭС.

Полная и безоговорочная уверенность проектировщиков, хозяев АЭС и атомных ведомств в безопасности современных атомных реакторов при работе в любых экстремальных природных и антропогенных условиях привела и может привести на других действующих АЭС

к таким негативным результатам, как это наблюдается в Японии. Как мы видим в настоящее время, подземные воды являются наиболее уязвимым объектом окружающей среды к загрязнению радионуклидами и этот процесс является нерегулируемым на «Фукусиме».

Авария на ЧАЭС в апреле 1986 г. произошла в основном в результате так называемого человеческого фактора и привела к катастрофическим последствиям для некоторых территорий европейской части России. Авария на АЭС «Фукусима 1» случилась в марте 2011 г. предположительно в результате ошибки в проектировании станции (станция устояла при землетрясении, но не выдержала воздействия цунами). Выбросы в атмосферу, загрязнение почв и подземных вод как после аварии на ЧАЭС, так и после аварии на «Фукусиме» характеризуются практически аналогичными наборами радионуклидов, так как на обеих атомных станциях влиянию аварийной ситуации подверглось топливо.

Рассмотрим, как развивалась экологическая ситуация (акцентируя основное внимание на подземных водах) на территориях России, пострадавших от аварии на ЧАЭС.

До аварии на ЧАЭС подземные воды не являлись объектом радиационного мониторинга, но после нее выяснилось, что эти воды чувствительны к радиоактивному загрязнению. В Белоруссии и Украине на загрязненных территориях радионуклиды были обнаружены не только в грунтовых, но и в напорных глубокозалегающих подземных водах. В 70-километровой зоне в результате водной миграции постепенно загрязнялись подземные воды. Радионуклиды в поверхностных и подземных водах образовали концентрации, в 3–5 раз превышающие средний уровень фоновых. В водах многих колодцев в районе ЧАЭС, вскрывших верхние водоносные горизонты, было обнаружено присутствие изотопов ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru , что свидетельствует о возможности попадания радионуклидов в подземные воды при фильтрации через зону аэрации.

По данным мониторинга на сегодняшний день на загрязненных в результате аварии на ЧАЭС территориях Брянской области вследствие ветрового подъема пыли с загрязненных почв и хозяйственной деятельности населения до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным загрязняющим радионуклидом является ^{137}Cs . Плотность поверхностного загрязнения ^{137}Cs некоторых районов Брянской области составляет более 15 Ки/км². Подземные воды на загрязненных территориях этой области также имеют повышенные значения (выше фонового) концентраций ^{137}Cs [6]. За прошедшие годы после аварии на ЧАЭС подземные воды в различной степени подверглись загрязнению радионуклидами (^{137}Cs и ^{90}Sr) на территориях Тульской, Орловской и Калужской областей.

Состояние атомной энергетики в мире

По состоянию на 31 декабря 2010 г. в мире насчитывался 441 действующий реактор АЭС с совокупной мощностью 375 ГВт (эл.). Это примерно на 4 ГВт (эл.) больше, чем на конец 2009 г., в частности за счет введения в эксплуатацию двух реакторов в Китае и по одному в России, Южной Корее и Индии. Кроме того, в

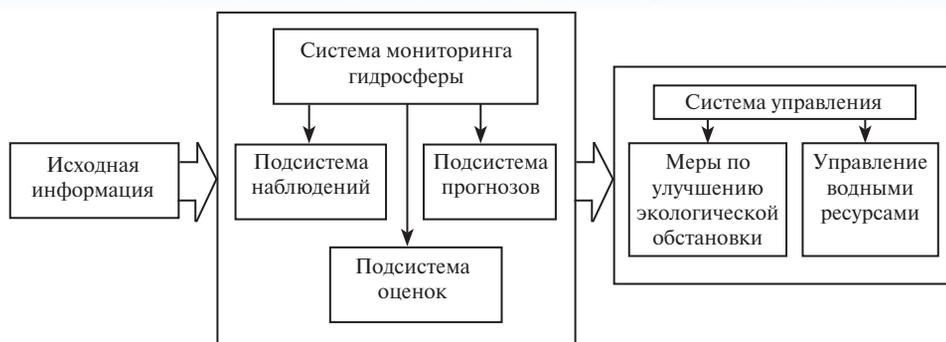


Рис. 1. Структура мониторинга гидросферы

2010 г. было начато возведение 16 новых энергоблоков, что является рекордным показателем расширения ядерно-энергетической промышленности с 1985 г., при этом основная часть строящихся реакторов расположена в Азии, и прежде всего в Китае [5].

Согласно вновь пересмотренным прогнозам МАГАТЭ об увеличении суммарных мощностей объектов атомной энергетики в мире, к 2030 г. глобальная мощность АЭС составит от 546 до 803 ГВт (эл.). По сравнению с аналогичными оценками 2010 г. агентство отмечает наибольшее увеличение прогнозируемых мощностей АЭС только в странах СНГ. Напротив, в странах Северной Америки и Европы заметна выжидающая позиция вследствие бума поставок дешевого сланцевого газа, экономической нестабильности, а также по соображениям, связанным с изменением климата и охраной окружающей среды [5].

Следует отметить, что в данном обзоре не приведены последствия аварии на АЭС «Фукусима 1», которые вызвали значительные изменения и корректировку планов развития атомной энергетики в ряде европейских стран в сторону их свертывания, вплоть до полного отказа от использования АЭС (например, в Германии).

Россия не собирается прекращать свои проекты по развитию атомной энергетики, а планирует к 2030 г. увеличить ее долю на 25 %; в связи с этим проблемы безопасности и мониторинга АЭС являются актуальными.

Концепция мониторинга подземных вод в районах расположения АЭС

Атомно-энергетические комплексы, в частности, их важнейшие элементы — АЭС, находятся в тесной взаимосвязи с окружающей, в том числе геологической средой, что приводит к формированию специфических природно-технических систем (ПТС).

Известно, что АЭС для своей работы требуют огромного количества воды, часть которой теряется, инфильтруясь через зону аэрации, что способствует нарушению водного баланса. Негативный результат этого — подтопление территорий, активизация опасных геологических процессов и явлений (суффозия, карст и др.). В практике имели место случаи повышения уровня грунтовых вод на 10 м и более. В основаниях сооружений АЭС под влиянием нагрузки, увлажнения, нагрева и других факторов происходит изменение структуры пород, их водно-физических и физико-

механических свойств, что может привести к осадке зданий, крену фундаментов, т.е. к нарушению условий безаварийной работы АЭС.

Большие фильтрационные потери у водоемов-охладителей АЭС, где вода может прогреваться до 40 °С, приводят к тепловому загрязнению грунтовых вод и ухудшению их качества из-за нарушения теплового баланса.

При эксплуатации АЭС образуются твердые, жидкие и газообразные радиоактивные отходы, которые поступают в окружающую среду. В результате распада урана в реакторе АЭС и процессов наведенной радиоактивности накапливается большое количество радиоактивных элементов.

Авария на ЧАЭС подтвердила уязвимость подземных вод к радиоактивному загрязнению, как это показано выше. В связи с этим вопрос охраны подземных вод от радиоактивного загрязнения в районах расположения АЭС является актуальным, что также закреплено в руководстве МАГАТЭ по безопасности [3].

Таким образом, строительство и эксплуатация АЭС приводят к нарушению геологических, геохимических и экологических условий на прилегающих к АЭС территориях. Проблемы охраны окружающей среды в районах расположения АЭС решаются с помощью функционирования системы комплексного экологического мониторинга, включающего взаимосвязанные подсистемы мониторинга гидросферы (МГС), атмосферы, литосферы и техносферы. Предмет дальнейшего рассмотрения — подсистема мониторинга гидросферы как сфера деятельности гидрогеологов.

Воспользуемся в своих исследованиях определением мониторинга, данным в Федеральном законе РФ «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ): «Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) — комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов».

Автором на основе системного подхода выбрана следующая структура МГС: вход в систему — исходная информация о текущем состоянии системы; система МГС, состоящая из трех подсистем: наблюдений (режима), оценок и прогноза; выход из системы — мероприятия по улучшению природно-технической обстановки (выход из системы МГС является входом в систему управления водными ресурсами) (рис. 1).

Исходная информация (вход в систему МГС) должна обеспечить функционирование подсистем наблюдений и прогноза. Эффективная работа подсистемы наблюдений находится в прямой зависимости от научной обоснованности проектирования, оптимизации и строительства режимной сети. Работа подсистемы прогноза связана с построением математической модели, адекватной природной обстановке, и ее калибровкой. Исходная информация, содержащая сведения о началь-

ных и граничных условиях модели, должна обладать требуемой точностью и полнотой.

По рекомендациям МАГАТЭ [2], мониторинг должен осуществляться за 2–3 года до строительства АЭС и начинаться на стадии ТЭО наблюдением на нескольких региональных режимных створах в пределах выбранной территории АЭС; основной объем работ (до 80 %) по сооружению наблюдательной сети различных уровней должен приходиться на стадию «Проект». В таком случае все необходимые объемы исследований, обеспечивающие проведение мониторинга, должны быть предусмотрены в нормативных документах, регламентирующих проектирование и строительство АЭС [2–4, 7, 8 и др.].

Отправной пункт мониторинга — обоснование выбора площадки АЭС согласно требованиям МАГАТЭ и Минатомэнерго [2, 8]. В пределах намеченной площади проводятся следующие работы: изучение природной обстановки (геологического, гидрогеологического, гидрологического, тектонического строения и др.); изучение климатических условий (включая аномальные явления [9]), а также техногенной нагрузки — проектируемой и имеющейся (площадка АЭС, система земле- и водопользования); выявление источников загрязнения — проектируемых и имеющихся (радиоактивных и нерадиоактивных), и источников подтопления и теплового загрязнения — проектируемых и имеющихся; изучение вопроса о социально-экономической целесообразности строительства АЭС (экономическая и экологическая оценка всех альтернативных видов энергетики, изучение социальных аспектов строительства АЭС, принятие решения органами власти с участием общественности и заинтересованных ведомств о строительстве АЭС). В случае принятия отрицательного решения по предварительно намеченной площади работы на этом завершаются, а при положительном решении начинаются проектирование и строительство АЭС и развертывается система мониторинга.

Вокруг АЭС создаются три зоны мониторинга:

1) зона строгого режима, включающая территорию АЭС (главное здание, спецводоочистка, газгольдеры выдержки, мастерские для ремонта оборудования и другие сооружения, откуда возможны утечки загрязняющих веществ; кроме этого, на территории АЭС должна быть заранее разведана площадка для сооружения могильника — хранилища радиоактивных отходов);

2) санитарно-защитная зона радиусом 2,5–3,0 км, в которой можно располагать только здания и сооружения подсобного и обслуживающего назначения: пожарные депо, прачечные, помещения охраны, гаражи, склады (за исключением продовольственных), столовые для обслуживающего персонала, административные и служебные здания, здравпункты, ремонтные мастерские, транспортные сооружения, сооружения технического водоснабжения и канализации, временные и подсобные предприятия строительства и т.д.; в пределах этой зоны запрещается проживание населения и строительство школ, разрешается выращивание сельскохозяйственных культур, выпас скота при условии обязательного осуществления соответствующего

радиометрического контроля производимой здесь сельскохозяйственной продукции;

3) зона наблюдений, при определении границ которой используются природные и техногенные факторы, обуславливающие формирование ореола рассеяния загрязняющих ингредиентов.

Ореол рассеяния выбросов предприятий в умеренных широтах достаточно четко фиксируется по гидрогеохимическому и изотопному составу снеговой толщи, картируемой при снеговой съемке. В южных широтах для обоснования границ зоны наблюдений следует в большей степени использовать гидрогеологические признаки (области питания и разгрузки подземных вод, скорости их движения) наряду с геоморфологическими, морфологическими, определяющими границы водосборных бассейнов, и гидрологические, характеризующие пути движения поверхностного и подземного стока при учете климатических характеристик — розы ветров.

Зона наблюдений при проектировании должна быть в радиусе 30 км. Но учитывая требование для составления прогнозов изменения экологической обстановки при различных типах аварий на АЭС, в том числе и запроектной (о чем будет сказано далее), необходимо использовать опыт исследований на ЧАЭС, где и произошла авария такого типа. Тогда зона наблюдений должна разделяться на две: 30- и 100-километровую. В первой располагается более густая режимная сеть, во второй — менее густая. По мнению автора настоящей статьи, это является оптимальным подходом при выделении границ мониторинга, т.е. внешнюю границу следует проводить радиусом 100 км, а при особых природно-техногенных условиях радиус может еще увеличиваться. В целом необходимо включиться в глобальную (мировую) систему мониторинга, контролирующую объекты атомной промышленности и энергетики.

Система МГС включает в себя мониторинг поверхностных, сточных, поровых вод и пород зоны аэрации, а также подземных вод. Объектами изучения гидрогеологов являются только элементы подземной гидросферы (поровые воды зоны аэрации и подземные воды).

Наименее изучены вопросы мониторинга поровых вод и пород зоны аэрации, хотя за рубежом такой мониторинг предусматривается основами юридического законодательства как один из способов профилактики защиты водоносных горизонтов от загрязнения. При радиоактивном загрязнении зона аэрации является естественным фильтром радионуклидов при инфильтрации их в подземные воды.

Объекты мониторинга зоны аэрации — почвы, породы и поровые воды, в них заключенные. Объектами изучения при мониторинге подземных вод служат грунтовые воды (наиболее подверженные риску загрязнения), напорные воды (количество изучаемых напорных горизонтов зависит от гидрогеологического строения площадки АЭС и глубины возможного ее влияния на подземные воды), верховодка (как естественная, так и возникшая от подтопления территория) и водоупоры.

Для проектирования и создания системы МГС необходимо иметь сведения: о геологических, гидрогеологических, гидродинамических, геотермических, гидро-

геохимических условиях зон полного и неполного насыщения; о механизмах переноса и торможения ингредиентов загрязнения; о параметрах процессов инфильтрации, фильтрации и массопереноса; о математических моделях переноса ингредиентов (радионуклидов, микро- и макрокомпонентов, органических веществ, пестицидов, нитратов); о геофильтрационных моделях зон полного и неполного насыщения.

Большой перечень гидрогеологических, геологических, гидрогеохимических работ не позволяет их выполнить в процессе проведения съемки масштаба 1:50 000, как это предусмотрено согласно отраслевым требованиям [7, 8]. В этом случае целесообразно разработать методику исследований на ключевых участках, обобщив опыт работ в других областях гидрогеологических изысканий. Дополнительные объемы работ по таким исследованиям необходимо включить в нормативные документы [7, 8], обеспечивающие стадии проекта, рабочей документации и строительства АЭС.

Система мониторинга гидросферы состоит из трех подсистем (рис. 1): наблюдений, оценок и прогнозов.

Подсистема наблюдений. Цели создания наблюдательной сети на АЭС в общей постановке можно представить в следующем виде: наблюдения за гидродинамическим, геотермическим, гидрогеохимическим режимами, за химическим составом и содержанием нерадиоактивных ингредиентов в поверхностных, сточных и подземных водах, в почвах и породах зоны аэрации; наблюдения за радиационной обстановкой и содержанием радионуклидов в тех же объектах сначала в естественных или естественно-техногенных условиях до пуска АЭС, затем при ее эксплуатации и после ее ликвидации (рис. 2).

Сеть наблюдательных режимных скважин, постов и ключевых (водно-балансовых) участков размещается с учетом следующих факторов: местоположения источников загрязнения, направления наиболее реальных путей воздушной и водной (поверхностной и подземной) миграции загрязняющих веществ, местоположения объектов потребления воды, геологических и гидрогеологических особенностей строения зон полного и неполного насыщения (литологическое строение, направление и скорости фильтрации подземных вод, расходы поверхностных и подземных вод, напоры и градиенты, наличие литологических окон, расположение областей питания и разгрузки, выходов водоносных горизонтов на поверхность и т.д.), гидрогеохимических условий (миграционная способность ингредиентов в породах зоны аэрации, поровых растворах,

подземных, поверхностных, сточных водах и донных отложениях).

Учитывая особую специфику МГС АЭС, можно предложить следующий подход к проектированию и созданию наблюдательной сети.

1. Наблюдательная сеть должна иметь четыре уровня (рис. 2).

Первый уровень — специальная сеть для наблюдения за источниками загрязнения и подтопления (здания и сооружения) в зоне строгого режима. Особое внимание необходимо уделить наблюдениям за гидрогеохимической и радиационной обстановкой на территории могильника, предназначенного для захоронения технологических и аварийных радиоактивных отходов. Заранее (еще до эксплуатации АЭС) должна быть запроектирована специальная сеть для наблюдения за гидрогеохимической, гидрогеологической и радиационной обстановкой на объекте ликвидации (саркофаг и т.д.) после истечения срока амортизации АЭС.

Длительность эксплуатации специальной наблюдательной сети определяется сроками жизни самых долгоживущих радионуклидов, подлежащих захоронению в пределах могильников радиоактивных отходов и саркофага.

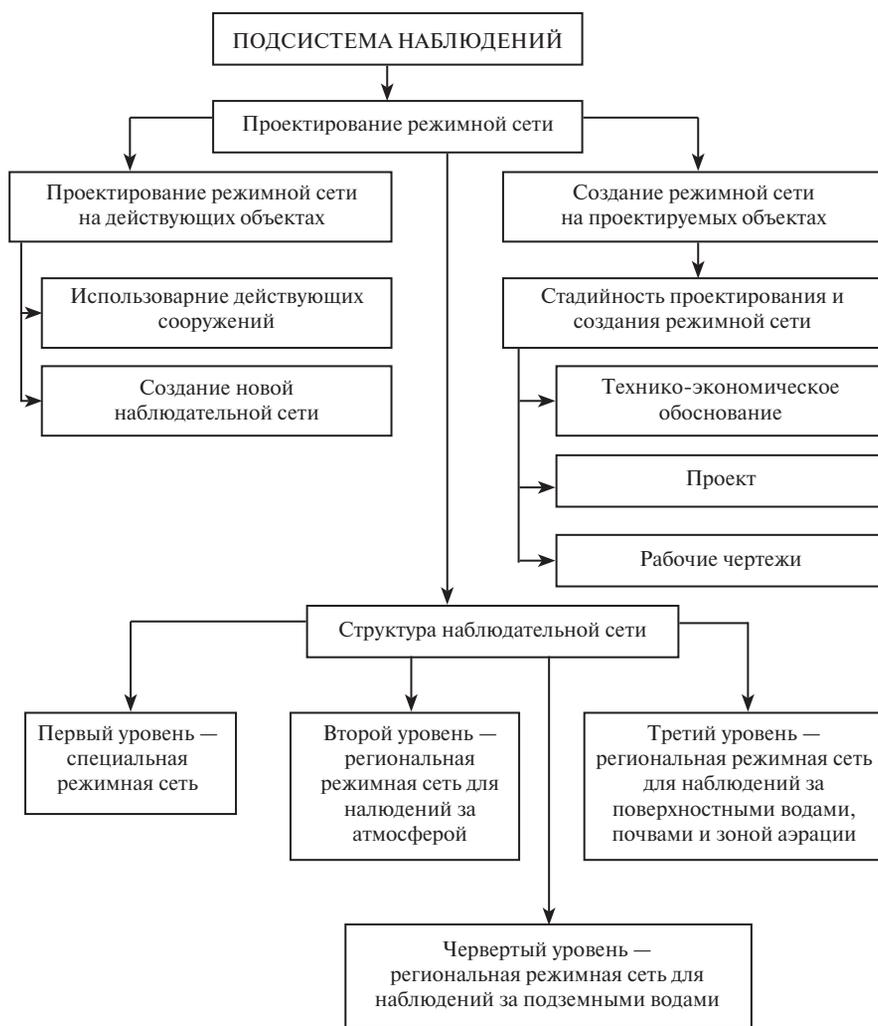


Рис. 2. Структура подсистемы наблюдений



Рис. 3. Структура подсистемы оценок

Специальная сеть должна включать наблюдательные скважины, ключевые участки и дозиметрические посты для наблюдения за почвами и породами зоны аэрации, а также посты дозиметрического контроля вблизи источников загрязнения для замеров возможных аварийных выбросов в атмосферу, на поверхность почв, в грунтовые воды и сбросов сточных вод.

Второй уровень — региональная режимная сеть для наблюдений за атмосферой.

Третий уровень — региональная сеть для наблюдений за поверхностными водами, почвами и породами зоны аэрации во всех зонах.

Четвертый уровень — региональная сеть режимных наблюдений за гидродинамической, гидрогеохимической, геотермической и радиационной обстановкой в подземных водах во всех зонах.

2. Проектирование наблюдательной сети должно осуществляться в два этапа: проектирование идеальной наблюдательной сети на базе природно-техногенных факторов, фильтрационных и миграционных моделей; оптимизация наблюдательной сети — создание реальной сети с учетом экономических и технических ограничений.

3. Сооружение наблюдательной сети.

4. Аprobация режимной сети (опытно-фильтрационные, опытно-миграционные работы, гидрогеологические, гидрогеохимические, геофизические, термометрические, радиометрические исследования) перед сдачей ее в эксплуатацию.

5. Определение периодичности и состава наблюдений.

6. Создание автоматизированной системы наблюдений (инструментально-приборная и лабораторная базы, система обработки, передачи и хранения информации).

Подсистема оценок является связующим звеном между подсистемами наблюдений и прогноза. Эта подсистема включает в себя блоки исходной, динамической и оперативной информации (рис. 3), с помощью которых устанавливаются индикаторы и индексы устойчивости состояния компонентов окружающей среды, и подземной гидросферы в частности, проводится оценка опасности, рисков и ущербов компонентам окружающей среды.

Подсистема прогноза представляет собой автоматизированную информационную структуру, состоящую из блока информационной системы, блока постоянно действующей модели (ПДМ) и блока прогноза (рис. 4).

Блок информационной системы включает банк данных и два подблока программного обеспечения.

Банк данных предназначен для хранения информации о природно-технических особенностях объекта исследований до ввода в эксплуатацию АЭС и для сбора и обработки информации об изменениях экологической обстановки под влиянием техногенной нагрузки, в том числе и действующей АЭС. Поскольку наблюдательная сеть в зонах мониторинга размещается с учетом

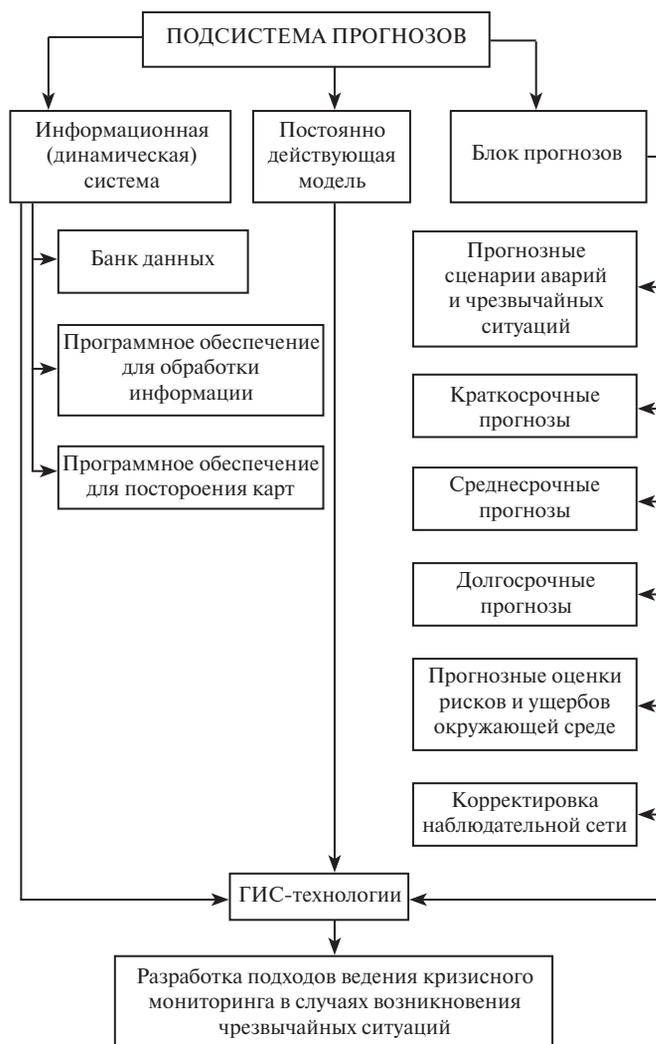


Рис. 4. Структура подсистемы прогнозов

влияния инженерно-геологических и гидрогеологических процессов, возникающих в условиях эксплуатации АЭС и других промышленных и сельскохозяйственных объектов, целесообразно информацию в банке данных группировать по названным признакам, т.е. каждый из процессов должен характеризоваться определенной информацией, полученной в результате наблюдений.

Банк данных состоит из пяти подблоков: исходной информации, содержащей сведения о ПТС до начала эксплуатации АЭС; оперативной информации, включающей сведения об изменении экологической обстановки под воздействием АЭС и других сооружений; подблоков программного обеспечения для обработки исходной и оперативной информации, программного обеспечения для построения комплекта карт и их хранения.

Блок ПДМ целесообразно создавать в структуре автоматизированной информационной базы. ПДМ позволяет сразу после поступления оперативной информации об изменении условий среды увидеть ее на модели, а также получить прогнозную (на различные заданные сроки) картину влияния данного воздействия в целом на объект исследований.

Блок прогнозов. Экологические прогнозы выполняются для следующих условий: прогноз изменения экологической обстановки под влиянием конкретного воздействия в процессе эксплуатации АЭС: при изменении либо природных (аномальных) [11], либо техногенных факторов, но не за счет АЭС [10], или для случившейся аварии на АЭС и ее объектах (на водохранилище-охладителе, могильнике и т.д.); прогноз изменения экологической обстановки под влиянием возможной аварийной ситуации на АЭС с целью разработки мероприятий по улучшению экологической обстановки.

Все режимы эксплуатации АЭС с точки зрения безопасности подразделяются на нормальные (стационарная работа на мощности, операции пуска, плановые изменения нагрузки, плановое расхолаживание и т.п.) и аварийные, вызванные нарушениями в работе оборудования и систем станции. Все аварийные режимы по их вероятности и последствиям подразделяются на проектные (малые и большие) и запроектные. Проектная авария — это такая авария, исходное событие которой устанавливается действующей нормативно-технической документацией. Специально выделяется максимальная проектная авария, которая приводит к обезвоживанию и оплавлению активной зоны с выходом разрушающего топлива за пределы реакторного контура. После аварий на АЭС «Три-Майкл-Айленд» и ЧАЭС обязательным стало рассмотрение запроектных аварий, которые приводят к полному расплавлению ядерного топлива.

В проекте АЭС должны быть предусмотрены технические средства и организационные меры, обеспечивающие безопасность при любой из перечисленных аварий, а в случае запроектной аварии должна быть выделена зона вокруг АЭС, в которой потребуются применение специальных мер защиты.

Таким образом, прогноз должен выполняться для следующих типов аварий: малой, большой, максимальной и запроектной.

По результатам решения прогнозных задач может корректироваться наблюдательная сеть.

Прогнозы составляются на доэксплуатационных и эксплуатационных стадиях.

Подсистема прогнозов позволяет заранее рассчитать сценарии различных типов аварий и на этой основе предусмотреть защитные мероприятия по улучшению геологических, гидрогеологических и гидрогеохимических условий.

В постановлении Федеральной службы по атомному надзору от 25.05.2004 г. № 5 «Об утверждении и введении в действие Руководства по безопасности. Анализ несоответствий блока атомной станции требованиям действующих нормативных документов» рассмотрены проблемы радиационной безопасности, категории значимости радиационных последствий и компенсирующие их меры для различных режимов эксплуатации АЭС. Все приведенные в постановлении меры направлены преимущественно на безопасность персонала АЭС и населения, а проблемы охраны окружающей среды сосредоточены только на метеорологических и гидрологических условиях площадки. Проблемы безопасности окружающей среды в целом и конкретно подземных вод практически не рассматриваются, хотя авария на «Фукусиме 1» показала, что подземные воды до настоящего времени продолжают загрязняться и этот процесс на станции не могут остановить никакими применяемыми мерами.

Выход из системы мониторинга представляет собой блок разработки мероприятий в системе управления, улучшающих экологическую обстановку в зонах мониторинга под влиянием природных и антропогенных негативных факторов и явлений. На основе выполненных прогнозов для различных сценариев аварий на АЭС разрабатывается комплекс мероприятий по ликвидации их последствий.

Выводы

Негативный опыт эксплуатации ЧАЭС и «Фукусимы 1» показал, что нельзя при проектировании и эксплуатации АЭС недооценивать пресловутый человеческий фактор, и это должно отражаться при организации экологического мониторинга АЭС.

Достоверной информации о развитии экологической ситуации на аварийной японской станции не было представлено мировой общественности (как это было и в начальный период после аварии на ЧАЭС). Если бы на «Фукусиме 1» были выполнены все требования МАГАТЭ к проектированию самой станции и мониторингу за ситуацией, а также были бы сделаны прогнозные расчеты по всем сценариям аварий и предусмотрены меры по их ликвидации, хотя бы в рекомендуемых документах, то после этой реальной аварии можно было оперативно реализовать их. А в результате мир наблюдал полную растерянность и бездействие корпорации, владеющей этой станцией, в первые дни после аварии, да и непонятно как будут развиваться события в дальнейшем.

В связи с этим актуальным и необходимым является ведение мониторинга окружающей среды в полном объеме, невзирая на удорожание эксплуатации АЭС и учитывая средства и технологии по ликвидации АЭС после окончания срока их эксплуатации.

Необходимо создать сеть глобального мониторинга АЭС — проектируемых, строящихся, эксплуатируемых и выводимых из эксплуатации под эгидой МАГАТЭ, для чего необходимо разработать единые для всех стран требования для ведения этого мониторинга с учетом горького опыта двух крупных аварий на указанных атомных станциях.

Все страны, имеющие АЭС, должны поставлять достоверную оперативную информацию о состоянии самих станций и окружающей среды в процессе штатной и аварийной ситуаций.

В настоящее время наблюдения за изменением радиоактивного загрязнения подземных вод ведутся только на ЧАЭС и на отдельных территориях (Брянская область), подвергшихся загрязнению в результате аварии на ней (причем без научного обоснования, а по ситуации). Необходимость ведения мониторинга подземных вод (включая зону аэрации) является актуальной, особенно после аварии на «Фукусиме 1». В связи с этим изложенная концепция мониторинга гидросферы в районах расположения АЭС может быть использована при проектировании и организации его на конкретных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоусова А.П., Захарова Т.В., Швец В.М. Мониторинг гидросферы в районах расположения АЭС // Водные ресурсы. — 1992. — № 3. — С. 127–134.
2. Выбор площадок: Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-C5. — Вена, 1979.
3. Гидрогеологические аспекты выбора площадок для атомных электростанций: Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-8С-37. — Вена, 1986.
4. Ефимов Л.Д., Попов В.И., Бутенко В.И. Выбор площадки для АС. Требования к проведению инженерно-изыскательских работ. — Харьков: Атомэнергоиздат, 1988.
5. Новые достижения в области ядерных технологий // Наука за рубежом. — 2012. — Январь—февраль (№ 10). — http://www.issras.ru/global_science_review
6. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году: Государственный доклад. — М.: Центр международных проектов, 2007.
7. Основные требования по составу и объему изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС. — М.: Минатомэнерго, 1986.
8. Основные требования по составу изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС. — М.: Минатомэнерго, 1989.
9. Учет дисперсных параметров атмосферы при выборе площадок для АС: Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-5С-53. — Вена, 1986.
10. Учет чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате деятельности человека, при выборе площадок для АЭС: Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-3С-55. — Вена, 1983.
11. Учет экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок АЭС: Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-5С-511А. — Вена, 1986.

© Белоусова А.П., 2015

Белоусова Анна Павловна // anabel@aquas.laser.ru

ХРОНИКА



ДОРОГИЕ ВЕТЕРАНЫ-ГЕОЛОГОРАЗВЕДЧИКИ И УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Всем известно, что советская геология, а сегодня и российская геология обеспечили развитие экономики нашей страны, бюджет которой более чем на 50 % формируется за счет отраслей, занимающихся добычей полезных ископаемых, и что советская и российская школы геологии по праву считаются одними из сильнейших в мире. И это вызывает особую гордость у геологической общественности страны.

Это Ваш, дорогие ветераны-геологоразведчики, героический и самоотверженный труд, Ваш вклад в развитие и укрепление минерально-сырьевой базы страны, Ваши находки и открытия дали основание к учреждению Дня геолога. И замечательно то, что Вы, дорогие ветераны-геологоразведчики своим примером вдохновляете молодых геологов на новые открытия, это Вы, передавая свой опыт и знания, поднимаете престиж и значимость профессии геолога и геологии как науки. И все потому, что Вы гордитесь и любите профессию геолога, которая подарила Вам радость познания, романтику маршрутов, безграничность поисков и открытий, надежных и верных друзей. Ветеранов-геологоразведчиков радует, что и нынешнее поколение работников отрасли старается беречь замечательные традиции своих предшественников, использовать накопленный опыт, стремится эффективно решать поставленные задачи.

Президиум Общероссийской организации «Ветеран-геологоразведчик» выражает признательность ветеранам и всем работникам геологической службы России, кто своим трудом содействует развитию геологической отрасли, укрепляет минерально-сырьевую базу страны, сохраняет и приумножает традиции геологических школ России и желает, чтобы удача, успех и вдохновение были верными спутниками во всех начинаниях, а здоровье и благополучие — в ежедневной жизни! С Днем геолога!

Председатель Президиума
ООО «Ветеран-геологоразведчик»

Л.П. Антонович