

УДК 574:57.084 /085

Ю.А. ЕГОРОВ, А.Л. СУЗДАЛЕВА

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ — ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ОБЩЕСТВА
(на примере экологического мониторинга в регионах АЭС)**

Как отмечено в [10], при реализации проектов стабильного и безопасного развития человеческого общества стратегия при-

родаохраны, охраны условий жизни людей должна состоять в том, чтобы любой вид человеческой деятельности был экологиче-

"Региональная экология" № 3'99

ки безопасен, т.е. не приводил бы к недопустимым и неприемлемым для общества и окружающей природной среды последствиям [6, 8, 9, 12]. Деятельность реализуется в природно-техногенной системе (ПТС), поэтому для обеспечения экологической безопасности деятельности, т.е. соблюдения требований Концепции обеспечения экологической безопасности данной деятельности [8] в данном месте ее реализации, состояние ПТС должно находиться на некотором заранее заданном уровне. Этот уровень задается Концепцией обеспечения экологической безопасности данной конкретной деятельности. Обычно ПТС — это сложная или суперсложная система, характеризующаяся многоярусной иерархической структурой с отрицательными и положительными прямыми и обратными связями между ее блоками и подблоками, по-

ка воздействия на окружающую среду, а также параметры, характеризующие состояние экосистем природного окружения и качество условий жизни населения в регионе этого объекта, то системой, предназначенней для получения такой информации, является экологический мониторинг [2, 4, 7, 9] (ЭМ).

ЭМ — это система системных систематических наблюдений и измерений, а также прогнозов параметров состояния ПТС, функционирующая в регионе реализации деятельности, результаты которых позволяют оценить презентивные состояния ПТС, оценить ожидаемые состояния ПТС, сравнить результаты оценок состояний с допустимым или приемлемым состоянием ПТС, определить необходимость изменения презентивного или ожидаемого состояния для достижения состояния, соответствующего

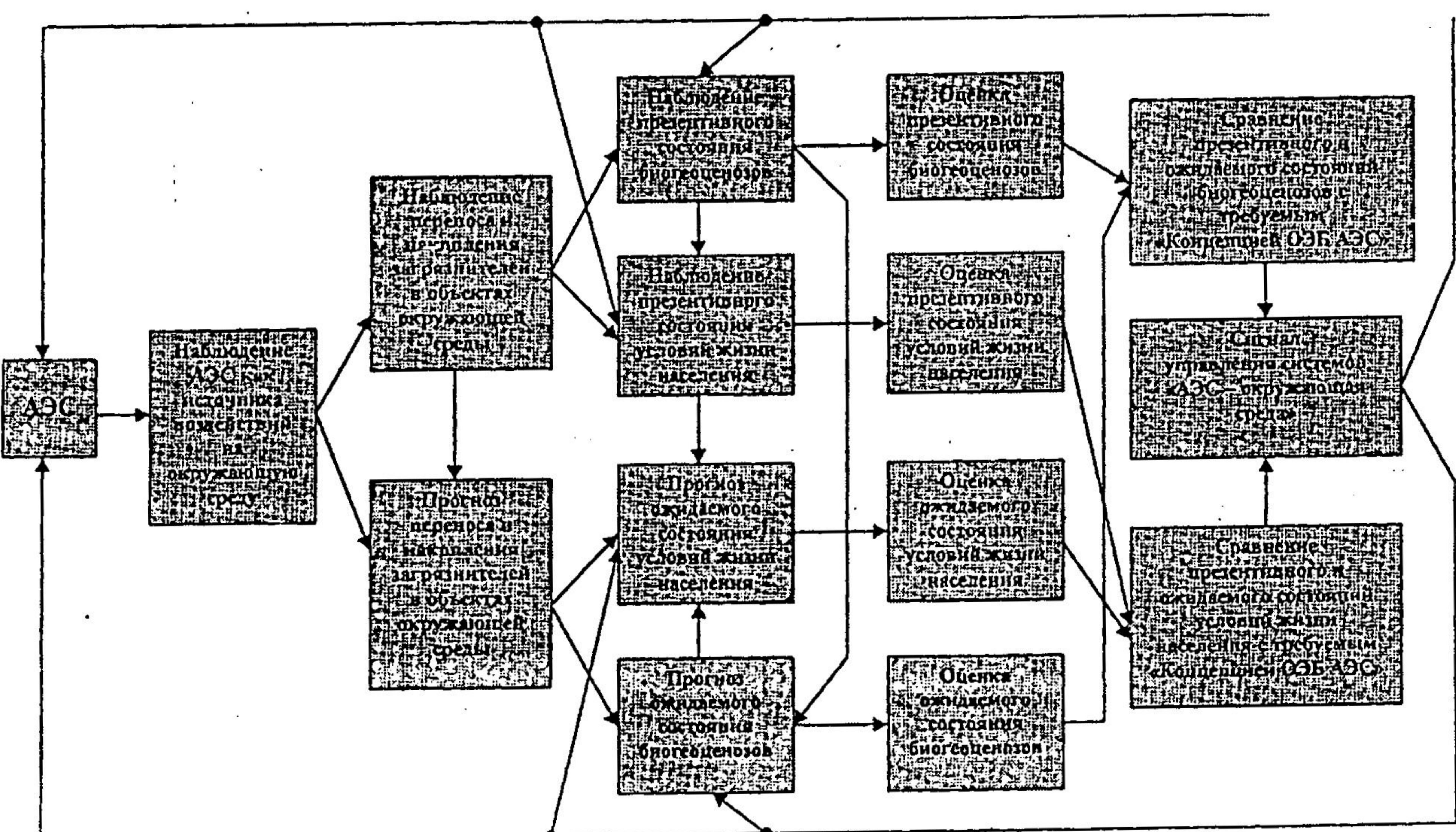


Рис. 1. Структурная схема экологического мониторинга в регионе деятельности

этому на определенном уровне поддержание состояния ПТС должно контролироваться, оцениваться и при необходимости изменяться. Это значит, что для обеспечения экологической безопасности деятельности состояние ПТС должно управляться [8, 10]. Так как ПТС — это объект, реализующий деятельность и природные комплексы, окружающие его (экосистемы) и участвующие в его функционировании, а также среда жизни людей, то информация о состоянии ПТС — суть параметры, характеризующие состояние объекта как источни-

экологически безопасному, на основании чего выработать сигнал управления (управленческое решение) состоянием ПТС и определить последствия приложения сигнала управления к ПТС (рис. 1.).

Иными словами, ЭМ — это системные наблюдения и измерения, оценка состояния естественных и искусственных экосистем, существующих в составе ПТС, реализующих деятельность, результаты которых позволяют управлять состоянием ПТС с целью поддержания ее состояния на заданном уровне, т.е. управлять состоянием

ПТС и поддерживать ее экологически безопасное состояние¹.

Отметим, что именно системность наблюдений и измерений, имеющих определенную направленность (в нашем случае обеспечение экологической безопасности ПТС "объект, реализующий деятельность, — окружающая среда"), отличает ЭМ от любых видов контроля и слежения, задача которого состоит в получении информации типа "соответствует — не соответствует", "можно — нельзя" (т.е. информации типа "да — нет"). Такая информация, как правило, не является системой: для контроля системная информация не нужна.

Эта концепция ЭМ в ПТС "объект, реализующий деятельность, — окружающая среда" исходит из того, что охрана природы — это охрана экосистем, т.е. охрана состава, структуры, функциональной организованности экосистем. Более того, концепция ЭМ исходит из того, что при сохранении фитоценоза наземной экосистемы сохранится ее фауна, при сохранении на определенном уровне будет существовать соответствующий этому состоянию состав, структура гидробионтов. Эта концепция ЭМ исходит из того, что отступление от природоохранного требования охранять природу через охрану экосистем и попытки охранять природу через охрану атмосферы, почвы, воды, растительности и т.д. может привести к серьезным и непоправимым природоохранным ошибкам.

Эта концепция ЭМ исходит из того, что природу следует охранять в угоду человеку и, уж конечно, соблюдать все требования гигиенических и санитарных нормативов качества условий жизни людей.

Системный подход к наблюдениям в системе "объект, реализующий деятельность, — окружающая среда" естественно предполагает системный подход к биогеоценотическому окружению объекта, т.е. реализуется на биогеоценотическом уровне, том же уровне, на котором обеспечивается экологическая безопасность ПТС по биологическим параметрам, характеризующим состояние экосистем и качество условий жизни населения в ПТС. Это исключает, с одной стороны, незамеченность последствий того или иного вида воздействия

¹ Обозначение словами "экологический мониторинг" любых других измерений и наблюдений есть либо следствие неграмотности или невежества [3], в лучшем случае непонимания того, что экология — наука биологическая [1]. Применение этого термина для определения любых несистемных измерений в окружающей среде может приводить к грубым ошибкам, неверному представлению о том, что же и с какой целью наблюдают и измеряют в окружающей среде, что позволяет или к какому выводу позволяет прийти результат.

со стороны объекта, реализующего деятельность на биогеоценозы, среду обитания населения, а с другой стороны, позволяет выявить причину изменений в жизнедеятельности биогеоценоза, в качестве условий жизни людей, если они произошли, при этом не исключает эффектов, вызванных синергизмом, протекторизмом или суммацией воздействий, если таковые имеют место быть.

Если объект, реализующий деятельность, является источником нескольких различных по природе воздействий на состояние окружающей среды, то ЭМ должен это учитывать и "уметь" выдать информацию о последствиях воздействия на окружающую среду воздействий всех видов. Так, согласно современным концепциям ядерной энергетики [5] АЭС, например, в режиме нормальной работы является источником малых по силе воздействий. Но одновременно на условия жизни людей и природное окружение АЭС реализует четыре типа воздействий: радиационное, химическое, тепловое и воздействие, обусловленное урбанизацией региона. Поэтому ЭМ, организуемый в регионе АЭС [7] с целью управления состоянием ПТС "АЭС — окружающая среда" измеряет, наблюдает, оценивает и прогнозирует последствия воздействия всех четырех видов воздействий как на состояние экосистем, так и условия жизни людей, безусловно, с учетом их суммации. (Согласно [5, 11] синергетических эффектов в ПТС "АЭС — окружающая среда" нет.) По [5] все четыре вида воздействия действуют на состояние экосистем и условия жизни людей однократно и эффекты воздействий суммируются, поэтому ЭМ в регионе ПТС "АЭС — окружающая среда" строится так, что информация его позволяет установить "кто виноват", если "виновные" есть, и куда лучше приложить сигнал управления, чтобы эффект управления состоянием ПТС был заметен быстро и не был связан с большими денежными или временными затратами. Точно также строится ЭМ в любой другой ПТС, если в ней возможны суммация или синергизм воздействий деятельности на объекты природы или качество условий жизни людей.

Сегодня АЭС признаются наиболее "чистыми" источниками электроэнергии [5]. Последствия их нормальной эксплуатации в худшем случае выражаются в изменении состояния экосистем водоемов-охладителей под действием сбрасываемого с АЭС тепла и в изменении состояния отдельных наземных экосистем, подверженных нагрузкам, связанным с урбанизацией регионов. Изменения в состоянии экосистемы водоема-охладителя и некоторых

наземных экосистем признаются допустимыми, а работа АЭС (ПТС "АЭС — окружающая среда") оценивается как экологически безопасная. Однако сложность системы "АЭС — окружающая среда", возможность изменения ее состояния вследствие наличия в ней обратных (в том числе положительных) связей между блоками, а также в результате неконтролируемых, например естественных воздействий, требуют организаций в регионах АЭС ЭМ [4, 7].

В соответствии с общими представлениями ЭМ в регионе реализации человеческой деятельности назначение ЭМ в регионе АЭС — поддерживать состояние системы "АЭС — окружающая среда" на уровне, определенном Концепцией обеспечения экологической безопасности АЭС, т.е. поддерживать путем полу-

рование состояний биогеоценозов, условий жизни людей, АЭС как источника воздействий → оценка ожидаемых состояний биогеоценозов, условий жизни людей, АЭС как источника воздействий → сравнение наблюдаемых и ожидаемых состояний, биогеоценозов и условий жизни населения с состояниями, допускаемыми Концепцией обеспечения экологической безопасности ПТС "АЭС — окружающая среда" (с учетом сторонних по отношению к этой системе естественных и техногенных воздействий на состояние этой ПТС) → выработка сигнала управления управлением ПТС "АЭС — окружающая среда" → определение (оценка) последствий управления, т.е. оценка состояния ПТС после приложения к ней сигнала управления. Второе (параллельное) назначение ЭМ

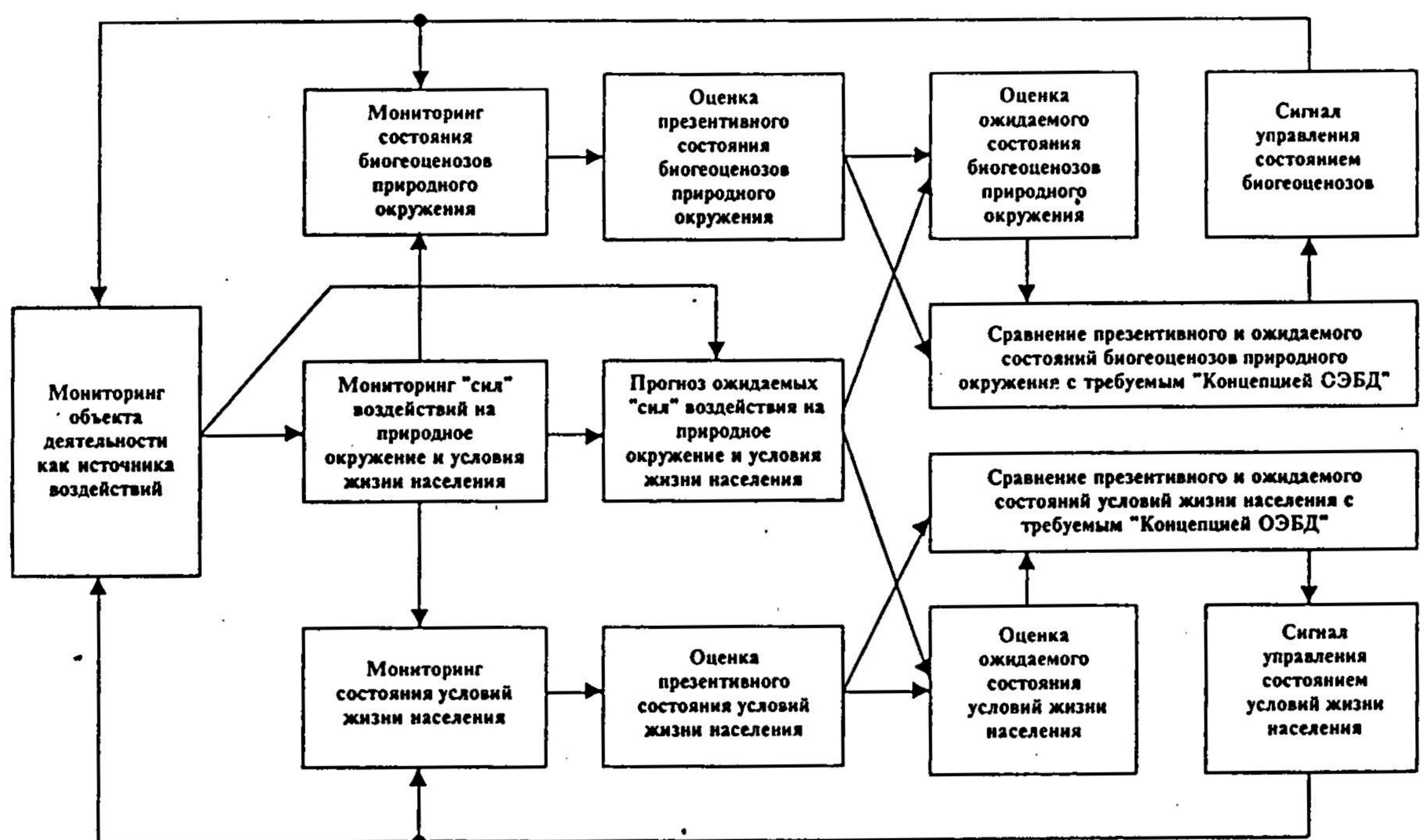


Рис. 2. Структурная схема экологического мониторинга в регионе АЭС

чения соответствующей системой информации и управления экологическую безопасность ПТС "АЭС — окружающая среда". Имея в виду, что подсистемы этой сложной системы сами являются сложными взаимозависимыми системами и, в частности, из-за этого инерционны, для выполнения своего назначения ЭМ в регионе АЭС следует организовывать по схеме (рис. 2): системные наблюдения в биогеоценозах за их состоянием, в среде обитания людей за ее состоянием, на АЭС за ее состоянием, прежде всего как за источником воздействия на биогеоценозы, условия жизни людей → оценка наблюдаемых состояний биогеоценозов, условий жизни людей, АЭС как источника воздействий на окружающую среду → прогнози-

в ПТС "АЭС — окружающая среда", диктуемое необходимостью прогнозировать ожидаемое при дальнейшей работе ПТС ее состояние и вырабатывать сигнал управления состоянием этой ПТС, — определение "сил" воздействий на биогеоценозы, условия жизни населения. В ПТС "АЭС — окружающая среда" для этого наблюдают и измеряют поступление за пределы АЭС загрязнителей, перенос и накопление их в биогеоценозах, их физическую и химическую трансформацию при переносе и миграции в биогеоценозах.

Нельзя не отметить, что организация и ведение ЭМ в ПТС "АЭС — окружающая среда" с таким назначением как бы попутно решает задачу получения информации о поведе-

нии естественных и искусственных экосистем при превращении их в ПТС, постоянно подвергаемые антропогенным нагрузкам. ЭМ, таким образом, является самообучающейся системой, поставляющей также сведения о параметрах существования ПТС для их совершенствования, разработки проектов новых ПТС "АЭС — окружающая среда" и обоснования их экологической безопасности.

При таком назначении ЭМ в ПТС "АЭС — окружающая среда" результаты его — оценка презентивного и ожидаемого состояний биогеоценотического окружения АЭС, качества условий жизни населения в ее регионе, дополненный данными мониторинга здоровья населения прямой и понятный общественности региона ответ на беспокойство об экологической безопасности АЭС.

Именно с таким (точнее, близким к такому) назначением, но правда не совсем по названной схеме, был организован (в 70–80-х годах) и велся учеными и специалистами Литвы, Белоруссии, МАЭ РФ экологический мониторинг в регионе Игналинской АЭС. Сам факт его организации и ведения, полученные результаты трудно переоценить как по выявлению реакции общественности Литвы и Белоруссии на существование Игналинской АЭС, так и по "заготовке" информации для разработки экологических проектных материалов новых и расширяемых АЭС, требуемых законом РФ "Об охране окружающей природной среды". Результаты ЭМ в регионе Игналинской АЭС [13] составили основу для разработки экологических концепций ядерной энергетики [5].

В связи с таким назначением в регионе АЭС целями ЭМ являются:

1. Получение информации, позволяющей оценить "на сегодня" (на время получения натурной информации) и ожидаемого в будущем состояние наземных и водных биогеоценозов региона АЭС, "на сегодня" и ожидаемое в будущем состояние условий жизни населения, а также АЭС как источника воздействий на окружающую среду. Обычно такую информацию при ведении экологического мониторинга получают для критических биогеоценозов и критической группы населения региона как натурными наблюдениями и измерениями в биогеоценозах, так и моделированием процессов и состояний экосистем и условий жизни людей;

2. В связи с необходимостью знать причины отклонения системы "АЭС — окружающая среда" от состояния, признаваемого согласно Концепции обеспечения экологической безопасности этой ПТС экологически безопасным, если

это имеет место быть, второй целью ЭМ является получение данных, характеризующих воздействия на экосистемы региона и среду обитания населения. Техногенные воздействия на биогеоценозы и условия жизни людей реализуются через поступление в окружающую среду загрязнителей, их перенос в экосистемы, миграцию в элементах экосистем и накопление в них, возможное изменение их химических форм и агрегатных состояний, изменений вследствие этого их опасности для элементов экосистем, людей. Эти данные получают непосредственными измерениями в биогеоценозах (из анализа проб объектов экосистем, отобранных в экосистемах) и моделированием переноса и миграции загрязнителей в экосистемах.

Обе цели ЭМ обеспечивают информацией не только первое, но и второе назначение.

Задачи ЭМ происходят из его целей и состоят в следующем:

1. Получение информации:

о количественном и качественном (химический состав, изотопный состав, химические и агрегатные формы, дисперсность, температура и др.) составе загрязнителей, поступающих с АЭС в окружающую среду (в динамике);

об условиях поступления в окружающую среду, условиях переноса в окружающей среде и поступлении загрязнителей в биогеоценозы, объекты, определяющие качество условий жизни населения, о качественных и количественных характеристиках, определяющих трансформацию химических форм и агрегатных состояний загрязнителей при этих процессах;

о параметрах, характеризующих состояние биогеоценозов (наземных и водных экосистем), принятых в Концепции обеспечения экологической безопасности ПТС, в регионе, в котором ведется ЭМ;

о параметрах, характеризующих состояние (качество) условий жизни населения, принятых в Концепции обеспечения экологической безопасности данной ПТС;

о параметрах и характеристиках ПТС, позволяющих прогнозировать состояние биогеоценозов и условий жизни населения на территории ПТС;

о параметрах и характеристиках ПТС для оценок состояния биогеоценозов и условий жизни населения, определения соответствия состояния биогеоценозов и условий жизни населения требованиям Концепции обеспечения экологической безопасности данной ПТС.

2. Прогнозировать состояние биогеоценозов и качество условий жизни населения при дальнейшем функционировании ПТС "АЭС — окружающая среда".

3. Оценивать презентивные и ожидаемые состояния биогеоценозов, качества условий жизни населения в регионе ПТС, определять их соответствие требованиям и положениям Концепции обеспечения экологической безопасности данной ПТС.

4. Вырабатывать сигнал управления состоянием ПТС, определять результаты приложения к ПТС выработанного сигнала управления ее состоянием.

5. Накапливать и хранить информацию, получаемую в ходе выполнения всех задач ЭМ.

Своим назначением, целями и в результате перечисленных задач система системных наблюдений, измерений, оценок, прогнозов — ЭМ — должна привести к такому контролю за состоянием системы "объект, реализующий деятель-

ность, — окружающая среда", который обеспечит экологически безопасное ее функционирование для природного окружения и общества. ЭМ — это единая система контроля состояния системы "объект — окружающая среда", которая должна заменить любые другие многочисленные виды контроля в окружающей среде, функционирующие в настоящее время. Эта система, как наиболее прогрессивная и всеобъемлющая, реализует главное назначение контроля состояния окружающей среды — нашу безопасность при претворении в жизнь нашей деятельности.

Совсем недавно по заказу Калининской АЭС разработаны концепция и предложения об организации ЭМ в ее регионе с учетом особенностей региона и самой Калининской АЭС. Такая же работа выполняется для Курской и Смоленской АЭС. Для Калининской АЭС и ее региона практически начата работа над проектом ЭМ, можно надеяться, что ЭМ в ближайшие годы начнет функционировать на всех АЭС России.

ЛИТЕРАТУРА •

1. Алимов А.Ф. Экология — наука биологическая // Экология. 1989. № 6. С. 3.
2. Бадяев В.В., Егоров Ю.А., Казаков С.В. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1990.
3. Проблема восприятия современным обществом основных понятий экологической науки / В.Н. Большиков, С.В. Криницын, Ф.В. Кряжимский, Х.П. Мартинис Рики // Экология. 1996. № 3. С. 165.
4. Егоров Ю.А. Радиационный экологический мониторинг в регионе АЭС // Методы биоиндикации окружающей среды в районах АЭС. М.: Наука, 1988. С. 16.
5. Егоров Ю.А., Тихомиров Ф.А. Современные экологические концепции ядерной энергетики // Экология регионов атомных станций. Вып. 1 / ЯО СССР. М., 1994. С. 5.
6. Егоров Ю.А. О понятии экологическая безопасность атомных станций // Экология регионов атомных станций. Вып. 1 / ЯО СССР. М., 1994. С. 44.
7. Егоров Ю.А. Основные принципы организации и ведения экологического мониторинга в регионе нормально работающей АЭС // Экология регионов атомных станций. Вып. 3 / АЭП. М., 1995. С. 200.
8. Егоров Ю.А. Экологическое нормирование антропогенных воздействий в проблеме обеспечения экологической безопасности общества // Экология регионов атомных станций. Вып. 4 / АЭП. М., 1995. С. 258.
9. Егоров Ю.А., Тихомиров Ф.А. Еще раз об экологической безопасности атомных станций и экологическом мониторинге в их регионах // Экология регионов атомных станций. Вып. 5 / АЭП. М., 1996. С. 321.
10. Егоров Ю.А., Тихомиров Ф.А. Обеспечение экологической безопасности человеческой деятельности — стратегическое направление стабильного и безопасного развития человеческого общества // Докл. на III междунар. конф. "Экология и развитие Северо-Запада России". СПб., 1998.
11. Кузин А.М. Проблемы синергизма в радиобиологии // Изв. АН СССР. Сер. биолог. 1983. № 4. С. 485.
12. Протасов В.Ф., Молчанов А.В. Экология, здоровье и природопользование в России. М.: Финансы и статистика, 1995.
13. Состояние экосистемы водоема-охладителя Игналинской АЭС в начальный период ее эксплуатации. Теплоэнергетика и окружающая среда. Т. 10, ч. 1 и 2. Вильнюс: Academia, 1993.