

Некоторые научно-технологические проблемы проектирования, создания и функционирования СИСТЕМ МОНИТОРИНГА водных объектов¹

III. РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА водных объектов

Важной составной частью систем мониторинга является их информационное обеспечение (информационная подсистема – ИС). Традиционным подходом в организации таких подсистем является их использование для сбора и обработки данных аналитических измерений. На самом деле, помимо этой обязательной функции ИС должна обеспечивать наличие и использование данных об источниках загрязнения вод, всего документооборота, связанного с экологическим статусом наблюдаемого объекта, о состоянии используемых технических средств, об эффективности управления на основании мониторинга и т.д. Принципы организации и функционирования таких ИС рассматриваются в предлагаемой статье.

1. Принципы разработки и эксплуатации единой автоматизированной системы мониторинга и обеспечения экологической безопасности водных объектов и их водосборных территорий

В настоящее время проблемы охраны природных вод, а также возвращения водных объектов к их природному состоянию, относятся к числу наиболее актуальных геостратегических проблем, затрагивающих насущные интересы большинства стран. От их решения во многом зависит успешность перехода международного сообщества к устойчивому развитию [1, 2]. Хотя Россия занимает второе место в мире (после Бразилии) по водному потенциалу [1],

Г.М. Баренбойм*,
д.ф.-м.н., профессор,
главный научный
сотрудник Института
водных проблем
(ИВП) РАН, научный
руководитель
АНО «Институт
экологических
технологий и систем
управления
«ЭСКОС»,
профессор кафедры
экологии
и управления
водными ресурсами
Экологического
факультета РУДН

но сырьевой характер экономики России является источником разнообразных экологических рисков. К числу опасных элементов хозяйственной инфраструктуры, в первую очередь, относятся устаревшие технологии добычи природных ресурсов, транспортные системы (трубопроводы, танкерный и железнодорожный транспорт), хранилища нефти и нефтепродуктов, шламохранилища и ряд других объектов. Для примера отметим, что среднегодовой уровень аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на водных объектах России составляет 50-60 заметных разливов и, в целом, не имеет устойчивой тенденции к снижению (подробней см. [3]).

Очевидно, что для решения задач охраны и экологической реабилитации водных объектов, рационального использования водных ресурсов требуются большие объемы информации различной по географическому охвату, разнообразной по тематике и по уровню используемых научных знаний, а также средствами их хранения, обработки и обеспечения различных управленческих решений. Значительная и неперенная часть такой информации генерируется системами мониторинга водных объектов (СМ ВО) [2, 4-6]. В настоящее время потенциал СМ ВО может быть реализован только на основе создания единой автоматизированной системы мониторинга и обеспечения экологической безопасности водных объектов и их водосборных территорий (АСМ ЭБ). В дальнейшем изложении в качестве одного из вариантов АСМ ЭБ будем рассматривать автоматизированную систему мониторинга водных объектов (АСМ ВО).

¹ Ссылки на предыдущие сообщения см. в разделе «Литература» данной публикации ссылку [4]. В предыдущие сообщения этого цикла можно также включить публикацию [3].

* Адрес для корреспонденции: escos@online.ru

Отметим наиболее существенные особенности АСМ ВО.

Географическая масштабность водных объектов как предмета мониторинга. Современные концепции предусматривают организацию экологического мониторинга для водных объектов в масштабе бассейнов, включая водосборную территорию. Бассейновый подход является общепринятой концепцией мониторинга и управления водными ресурсами [7]. Эта концепция реализована в созданной в СССР системе управления водным хозяйством страны на основе Бассейновых управлений. Масштабность задачи проиллюстрируем на примере Волжского бассейна, площадь которого составляет 1358 тыс. кв. км (62,2% европейской части России). В пределах Волжского бассейна находятся полностью или частично 40 административных границ (из них две – в Казахстане) [8].

Масштабность информационно-измерительной системы АСМ ВО. Эта масштабность проявляется:

- ♦ в использовании широкого арсенала методов, технических средств и технологий измерения состояния водных объектов и факторов антропогенных воздействий;
- ♦ в применении разнообразных средств передачи и обработки информации;
- ♦ в разнотипности контролируемых параметров, влияющих на экологический статус вод (территория водосборного бассейна, атмосфера как среда массообмена и переноса загрязнений и т.д.);
- ♦ в разнообразии антропогенных факторов негативного воздействия на водные объекты (промышленные, транспортные, оборонные, сельскохозяйственные, коммунальные и т.д.);
- ♦ в множестве субъектов воздействия загрязненных вод (человек, гидробиота, частично биота суши, в том числе, сельскохозяйственные растения и животные и т.д.).

Следует отметить разнообразие факторов антропогенного воздействия: химические, радиоактивные, тепловые, биологические загрязнения, гидрологические и гидрофизические факторы и пр. Химические воздействия представлены, по крайней мере, несколькими тысячами токсикантов.

Множественность показателей мониторинга частично иллюстрируется на примере классификации факторов состояния водного объекта и его водосборной территории [5].

Масштабность инструментально-методического обеспечения АСМ ВО определяется тем, что мониторинг водных объектов должен одновременно функционировать в рамках разнотипных информационно-аналити-

Е.В. Веницианов,
д.ф.-м.н., профессор,
заведующий
лабораторией
охраны вод ИВП РАН,
профессор кафедры
экологии
и управления
водными ресурсами
Экологического
факультета РУДН

В.И. Данилов-Данильян,
чл.-корр. РАН, д.э.н.,
профессор,
директор ИВП РАН,
заведующий
кафедрой экологии
и управления
водными ресурсами
Экологического
факультета РУДН

И.А. Степановская,
к.т.н.,
старший научный
сотрудник
Института проблем
управления
им. В.А. Трапезникова
РАН

ческих и инструментальных систем, которые согласно их определению в современной литературе (см., например, [9]) классифицируются на:

- ♦ информационно-поисковые;
 - ♦ оперативно-аналитические (анализ оперативных данных);
 - ♦ системы поддержки управляющих решений с учетом экономических и социальных факторов (поиск закономерностей в накопленных данных, построение прогностических моделей, разработка сценариев управленческих решений);
 - ♦ геоинформационные системы;
 - ♦ системы моделирования, требующие, в свою очередь, привлечения обширных массивов справочных данных и баз знаний и др.
- Можно выделить следующие классы моделей: гидрологические, физико-химические (трансформация загрязняющих веществ, их перенос между водной толщей и донными отложениями и др.), биолого-токсикологические (процессы воздействия повреждающих факторов на различные виды гидробиоты, включая эпиморфное моделирование в видовой иерархии, и др.), экосистемные и др.

Важно обратить внимание на моделирование типа и величины биологической активности по химической структуре ксенобиотиков, в первую очередь органических. Известно, что уже в 80-е годы прошлого века было известно более 6 миллионов химических соединений, среди них не менее 80% составляли органические соединения, в массиве которых сосредоточена основная часть мутагенов, канцерогенов, эмбриотоксинов и практически все супертоксины [10]. В то же время только для небольшой доли органических соединений известны предельно допустимые концентрации в воде, а для многих соединений, реально обнаруживаемых в водных объектах, даже неизвестен тип их биологической активности. Принципы соответствующего моделирования также рассмотрены в [10].

Безусловно, необходимым этапом информационного обеспечения АСМ ВО является обращение к международным регистрам опасных химических соединений (например, к регистрам Международной программы по химической безопасности – IPCS, Международного агентства по изучению рака – IARC и др.) [11]. Такой поиск может производиться автоматически в рамках информационной системы АСМ ВО.

Особый класс задач моделирования связан со специальными видами мониторинга, например, применительно к отдельным направлениям промышленности, энергетики, транспорта и др. (см. требования к этим видам мониторинга в [12]), а также применительно



к технологиям практического восстановления экологического статуса водных объектов (см., например, о подобных технологиях в [13, 14]). Целесообразно использовать такие подходы, как обнаружение скрытых периодичностей в потоке событий, анализ взаимодействия нескольких потоков событий, выявление ранних признаков катастрофических событий и др. [15]. При создании многих прогностических моделей «дальнего действия» необходимо учитывать влияние глобальных климатических изменений, в частности, глобальное потепление [16].

Масштабность уровня управляющих решений, принимаемых по данным АСМ ВО. Эта масштабность определяется направленностью на минимизацию экологических рисков для окружающей природной среды в целом и для водных объектов, а также для биоты и человека, в частности. По срокам исполнения принимаемые управляющие решения можно разделить на оперативные, стратегические и отсроченные. Примером отсроченных решений могут служить многочисленные международные или межгосударственные конвенции и соглашения, связанные с обеспечением экологической безопасности вод мирового океана при транспортировке высокотоксичных химических веществ, а также нефти и нефтепродуктов. Этот пример, кстати, указывает на роль мониторинга в формировании национальной и международной экологической политики.

На современном этапе развития СМВО ни в России, ни в экономически развитых зарубежных странах пока нет опыта построения таких систем, обладающих всеми описанными выше характеристиками.

Наиболее глубокое осознание масштабности проблем информационно-аналитических технологий управления экологической безо-

пасностью пришло при подписании Россией «Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и его уничтожения» в ноябре 1997 года. Была начата разработка автоматизированной информационно-аналитической системы мониторинга объектов по уничтожению химического оружия. Данная технология позволила резко повысить качество оперативной службы экологического контроля за счет следующих факторов:

- ◆ комплексная оценка и прогнозирование состояния экосистем и воздействия на здоровье населения по данным совместного контроля загрязнения всех природных сред (воздуха, поверхностных вод суши, сточных вод, подземных вод, почвы, биоты),
- ◆ автоматизированное управление эксплуатацией измерительной техники,
- ◆ обеспечение безопасности персонала,
- ◆ организация электронного отчетно-аналитического документооборота с природоохранными организациями,
- ◆ мониторинг новых технологий химического анализа и оборудования,
- ◆ мониторинг программно-целевого управления выполнением мероприятий поддержки экологической безопасности.

Эти принципы в их развитии должны быть положены в основу создания АСМ ВО.

2. Типовой проект программного обеспечения портала АСМ ВО

Необходимо рассмотреть проблему создания портала СМ ВО, способного адекватно отражать текущую ситуацию, выделять приоритетные объекты и задачи контроля и анализа, оперативно реагировать на любые изменения состояния водного объекта и его водосборной территории, строить обоснованные стратегические планы управления, адаптировать программы контроля и управления к конкретным ситуациям.

Актуальность этой проблемы определяется общепризнанным недостатком современной системы мониторинга водных объектов России, который заключается в ее неполноте и хаотическом состоянии. Эта оценка характеризуется отсутствием унификации методов, аппаратуры, программного обеспечения и процедур мониторинга, а также стандартизации и кооперации. Измерений параметров состояния проводятся по различным методикам, с помощью нестандартизованной техники. Практически отсутствуют эффективные технологии управления персоналом в случае возникновения чрезвычайных экологичес-