

МОНИТОРИНГ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫМИ СИСТЕМАМИ

СИСТЕМА ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Авандеева О.П., Баренбойм Г.М.

*Институт водных проблем РАН, г. Москва,
avandeeva@mail.ru, gbarenboim@gmail.com*

Степановская И.А.

*Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН, г. Москва
irstepan@ipu.ru*

Ключевые слова: мониторинг водных объектов, Чебоксарское водохранилище, информационная система, порталная web-технология

Введение. Постановка задачи

Проблема качества вод – одна из актуальнейших современных проблем человечества. Очевидно, что только оптимальное управление водными ресурсами с учетом всех других требований концепции устойчивого развития позволит поддерживать качество вод на уровне допустимых экологических рисков в условиях современного интенсивного роста загрязнения пресных вод и водопотребления.

Информация, необходимая для оценки качества вод, формируется на основе их мониторинга. В настоящее время мониторинг качества вод водных объектов в каждом субъекте Российской Федерации проводит ряд организаций, мало связанных между собой в плане информационного обмена. К основным недостаткам существующих в России систем мониторинга водных объектов относятся:

- недостаточный перечень загрязняющих веществ, охваченных нормативными актами, в частности, из-за недостаточности учета региональных особенностей водных экосистем [1];
- неоптимизированный перечень определяемых показателей качества вод, особенно связанных с загрязнением;
- низкая обеспеченность створами сети наблюдения за состоянием водных объектов и, во многих случаях, их нерациональное размещение;
- несовместимость аналитических методик различных организаций, осуществляющих контроль за состоянием водных объектов, затрудняющая анализ и сравнение полученных данных;
- недостаточный объем наблюдений за донными отложениями и взвешенными веществами [2];
- низкий уровень интеграции данных по качеству вод, получаемых в пределах региона и бассейна, и ограниченное использование интегрированных данных для общей оценки экологической ситуации [1];
- недостаточное использование в крупных речных и озерных бассейнах специальных программ мониторинга, связанных с такими явлениями, как засоление, высокая токсичность, антропогенное эвтрофирование, экологический регресс, специфическая индустриальная нагрузка и др.[2];
- низкий уровень разработки методических аспектов, связанных с формированием экологических предельно-допустимых концентраций (ПДК), синергизмом действия загрязняющих веществ, с оценками экологических рисков и т.п.;
- низкий уровень внедрения современных информационных технологий и ограниченные возможности межведомственного обмена, а также представления информации с

использованием геоинформационных технологий [2];

- отсутствие в существующих системах мониторинга водных объектов информационных технологий для обеспечения оптимального управления экологическими рисками;
- недостаточный уровень разработки схем взаимодействия с другими заинтересованными организациями в случае чрезвычайных экологических ситуаций (ЧЭС);
- низкое использование мирового опыта создания и эксплуатации систем мониторинга качества вод, включая опыт по созданию мобильных центров анализа и управления чрезвычайными экологическими ситуациями, опыт разработки и применения автоматических постов, прогностических моделей и т.д.

Все это снижает адекватную оценку качества водных объектов, причин изменения качества вод, их последствий и возможные пути улучшения ситуации. Рассмотрим некоторые из перечисленных положений подробнее.

Анализ многолетней динамики изменения сети наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши в Российской Федерации выявил тенденцию постепенного снижения количества створов наблюдения вплоть до 2000 г. Однако с 2000 г. ситуация немного выровнялась, спада больше не наблюдается (рис. 1, [2]).

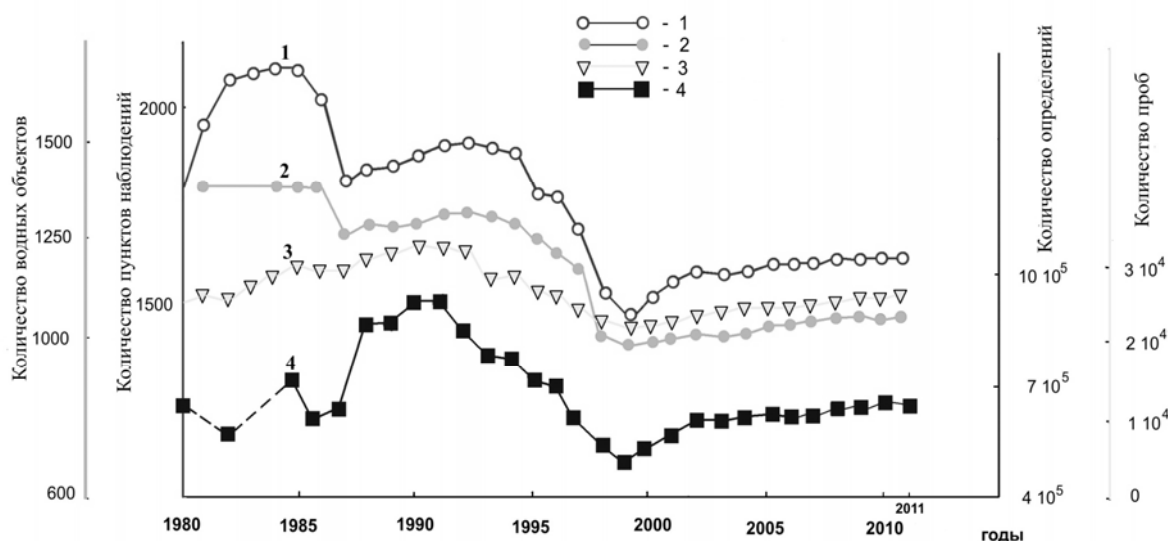


Рис. 1. Многолетняя динамика изменения сети наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши в Российской Федерации:

1 – число пунктов наблюдений; 2 – число водных объектов; 3 – число проб; 4 – число определений

Большинство из функционирующих створов наблюдения выбраны по принципу доступности и не учитывают специфических особенностей антропогенного воздействия, основного предназначения водного объекта и т.п.

Перечень наблюдаемых показателей определяется в соответствии с РД52.24.309-2011 «Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши», зачастую не учитывая региональные особенности функционирования водных объектов, факторы антропогенного воздействия и специфику источников загрязнения водных объектов.

Сравнение систем мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод, реализуемых в России и в странах Европейского союза, показывает в целом меньшее количество наблюдаемых показателей за состоянием вод в России (подробнее см. табл. 1, [2]).

Подробный анализ ситуации в сфере мониторинга водных объектов в России и выявление некоторых недостатков существующих систем мониторинга как в некоторых регионах, так и в целом по России стимулировали работы по разработке научно-технических основ оптимальной системы мониторинга водных объектов.

Таблица 1. Сравнение систем мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод, реализуемых в России и в странах Европейского союза (с дополнениями авторов)

Некоторые характеристики функционирования систем мониторинга	Система мониторинга в РФ (РД52.24.309-2011)	Система мониторинга в странах ЕС (директива №2000/60ЕС от 23.10.2000 г.)	Сравнение систем мониторинга
Объекты анализа	Вода, донные отложения	Вода, донные отложения, взвешенные вещества	Соответствие, кроме анализа взвешенных веществ
Определяемые показатели	Физические, физико-химические, химические, биологические	Физические, физико-химические, химические биологические; токсичность воды и донных отложений	Соответствие, кроме наблюдений за интегральной токсичностью
Контроль качества аналитических определений	Оперативный контроль. Проверка подконтрольности процедуры анализа	Оперативный контроль. Карты Шухарта для проверки стабильности результатов анализа	Соответствие
Периодичность отбора проб	По гидрохимическим показателям – от 4 до 36 раз в году	От 4 до 36 раз в году	Соответствие
Специальные виды наблюдений	Мониторинг трансграничных вод	Мониторинг трансграничных вод	Соответствие
Классификация водных объектов	По гидрохимическим и гидробиологическим показателям	По экологическому состоянию с учетом гидрохимических, биологических и токсикологических показателей	В РФ отдельные классификации по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Усовершенствованная система мониторинга водных объектов должна удовлетворять определенным требованиям, которые формируются исходя из требований, которые отвечают задачам мониторинга, т.к. он определен в Водном кодексе РФ, исходя из наилучших доступных технологий, из оптимального отечественного и зарубежного опыта, а также из природных, промышленных и социальных особенностей территории. Среди таких требований целесообразно выделить следующие:

- сбор всех сведений о состоянии водных объектов от всех возможных источников информации в единую систему мониторинга состояния водных объектов с целью информационного обеспечения ее комплексной оценки;
- построение по трехуровневому принципу: федеральный, бассейновый, локальный – с требуемым для каждого уровня своим пространственным, временным и компонентным разрешением и оперативностью с учетом региональных особенностей [2];
- ориентирование на системы стандартов и целевых показателей качества водных объектов, соответствующих стандартам России и ЕС;
- обеспечение достоверности и сопоставимости данных, получаемых различными организациями на основе единой методологической, нормативной и метрологической базы.

Информационная система мониторинга водных объектов (ИСМ ВО) должна быть развивающейся и должна, в частности, включать ведение специализированной базы данных о новейших информационных и технических средствах мониторинга водных объектов. Следует учитывать возможности новейших web-технологий. Разработка ИСМ ВО как необходимой подсистемы системы мониторинга с учетом недостатков существующих в России подобных систем или их полного отсутствия явилась целью данной работы

1. Разработка информационной системы мониторинга водных объектов

В процессе этой работы решалась задача построения алгоритма принципиально новой интегрирующей ИСМ ВО, которая позволяет осуществлять сбор данных о состоянии ВО от всех возможных источников контроля состояния ВО, включая автоматические посты мониторинга (АПМ)

или их сеть, на различных уровнях (отдельные ВО, их гидрографическая сеть, бассейн ВО) в едином формате практически в режиме реального времени на базе портальной web-технологии. Общая схема алгоритма представлена на рис. 2.

Разработанный алгоритм ИСМ ВО является уникальным, настраиваемым под конкретные задачи мониторинга. Он универсален и позволяет использовать его как для отдельных регионов, водных объектов, их бассейнов, так и для мониторинга ВО, связанных с определенными отраслями промышленности, которые в силу специфики своего производства либо исходя из географических особенностей расположения производственных циклов непосредственно влияют на состояние вод отдельных водных объектов, которые в то же время используются как производственный ресурс. В связи с этим качество вод водных объектов, потребляемых в процессе производства, имеет принципиальное значение, т.к. оно определяет необходимость предварительной водоподготовки и ее технологию.

ИСМ ВО на начальном этапе предусматривает сбор сведений о состоянии водных объектов практически в режиме реального времени от всех возможных источников информации благодаря специализированному *сайту-интегратору*. Сайт предусматривает авторизацию источников информации. Предварительный список источников информации определяется организацией, осуществляющей деятельность по регулированию использования и состояния водных объектов в пределах рассматриваемого региона, водного объекта, бассейна, производственного предприятия и т.д. В дальнейшем список редактируется и дополняется. Источники информации заполняют анкету, предоставляемую администратором сайта. Анкета позволяет определить достоверность источника информации, его функциональное назначение, деятельность в области мониторинга водных объектов и контактные данные для осуществления информационного обмена. После чего администратор сайта авторизует пользователей и определяет каждому источнику информации свой логин и пароль.

Все авторизованные пользователи заполняют формы предоставления данных на сайте-интеграторе и сохраняют их. Сайт-интегратор позволяет им заполнять данные по мере поступления сведений о состоянии водных объектов. Обязательным при заполнении является отметка даты измерения и ответственного за предоставленные данные. Далее пользователь может распечатать отчет непосредственно с сайта и хранить у себя на бумажном носителе.

Администратор сайта выгружает все полученные сведения в формате xml-сообщений в буферное хранилище данных. Выгрузка данных осуществляется один раз в день, а в случае возникновения чрезвычайной экологической ситуации по мере поступления информации. В случае подключения к ИСМ ВО автоматических постов мониторинга измеренные данные поступают сразу непосредственно в информационную систему минуя сайт-интегратор. Администратор сайта и ответственный пользователь ИСМ ВО могут быть как одним сотрудником, так и разными людьми.

Информация из буферного хранения данных импортируется в геоинформационное консолидированное хранилище данных (ГХД), содержащее 5 условных типов информации. К *постоянной информации* относятся сведения, которые не меняются либо меняются очень редко, например, нормативные значения ПДК. К этому типу относятся также пороги экстремальных показателей для идентификации ЧЭС и верификационные рамки для обработки данных, на рассмотрении которых остановимся позже. К *динамической информации* относятся сведения, которые периодически требуют редактирования и обновления, например сведения об источниках информации о состоянии водных объектов, о возможных источниках загрязнения и т.д. К *оперативной информации* относятся данные, получаемые постоянно, они могут редактироваться, обновляться, дополняться каждый день, по мере получения сведений и обработки их в ИСМ ВО. *Архивная информация* позволяет дополнить и более широко интерпретировать полученные результаты после обработки их в ИСМ ВО за счет хранящихся в архиве официальных документов, включая различные отчеты, литературных данных и т.д.

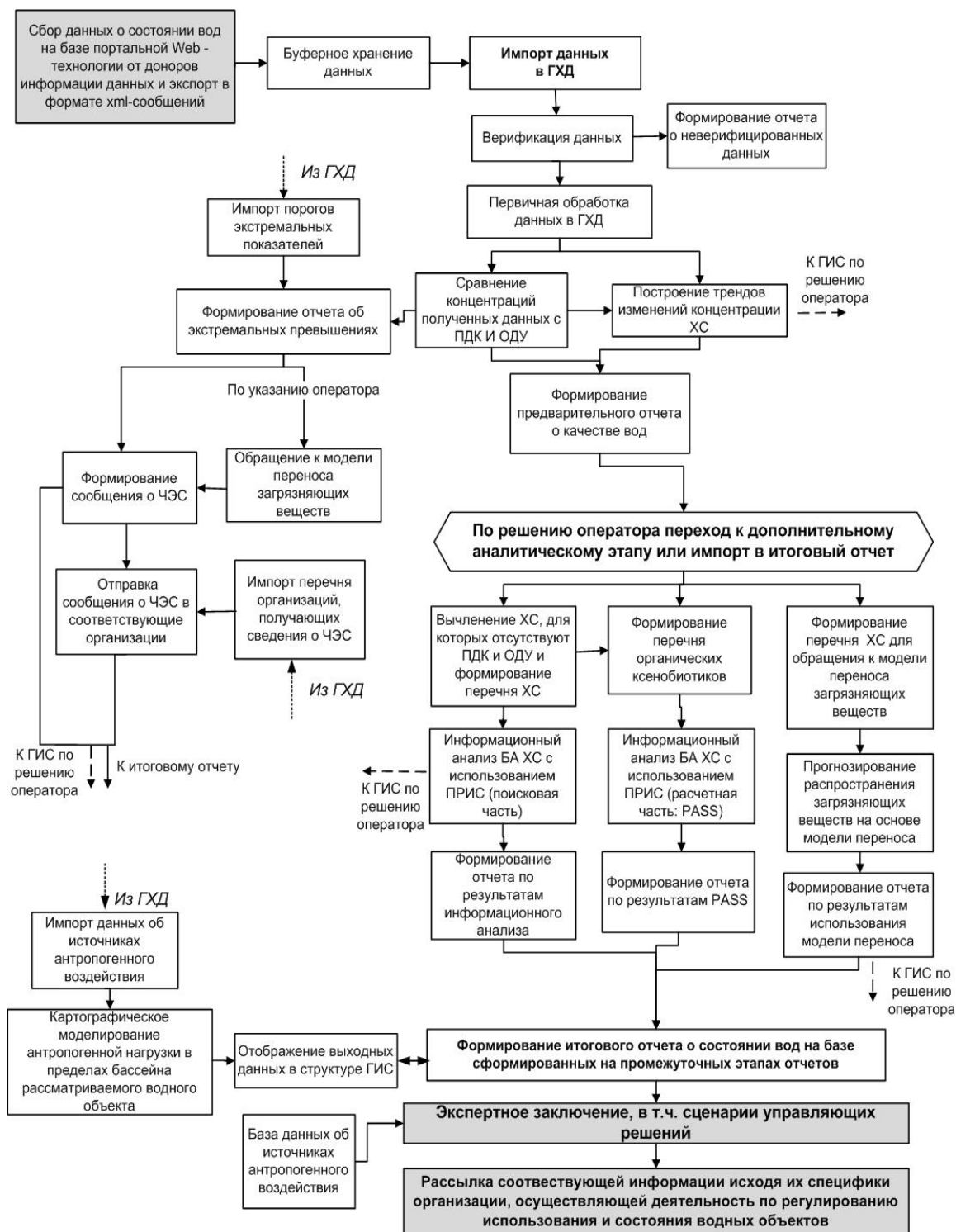


Рис. 2. Общая схема алгоритма функционирования ИСМ ВО

Принятые сокращения:
 ГХД – геоинформационное хранилище данных;
 ГИС – геоинформационная система;
 ПДК – предельно-допустимая концентрация;
 ОДУ – ориентировочно-допустимый уровень;
 ХС – химическое соединение;
 ЧЭС – чрезвычайная экологическая ситуация;
 БА – биологическая активность;
 PASS – наименование компьютерной программы.

В системе предусматривается использование сервисного программного обеспечения для хранения и сопровождения данных каждого из перечисленных типов в виде взаимодополняемых и взаимосвязанных модулей единого хранилища (рис. 3).

К архивной базе данных примыкает, но не составляет в настоящее время с ней единое целое, справочная база данных по техническим средствам мониторинга водных объектов. Она включает в себя данные по 350 техническим средствам мониторинга с указанием фирмы-производителя, типа прибора, основных измеряемых показателей. База данных позволяет подбирать приборы исходя из поставленных задач мониторинга. Названная база, в частности, способствовала оптимизации подбора датчиков для автоматического поста мониторинга (АПМ). Такой АПМ был разработан Государственным центром водохозяйственного мониторинга, ИВП РАН совместно с компанией Seba Hydrometrie GmbH (Германия) с учетом возможностей представленной ИСМ ВО. Функциональные возможности ИСМ ВО позволяют осуществлять прием данных от АПМ в режиме он-лайн. АПМ способен одновременно измерять до 14 показателей состояния ВО (гидрологические, гидрофизические и гидрохимические), в том числе таких как глубина, скорость течения, температура, мутность, удельная электрическая проводимость, содержание растворенного кислорода, рН, Eh, содержание азота аммонийного (аммоний-ион по азоту), нитратов, нитритов, нефтегенных углеводородов (в растворенном и эмульгированном состояниях), радиоактивность (по гамма-излучению), а также включает возможность добавления трех дополнительных детектирующих устройств. АПМ включает в себя устройства автономного питания до 6 месяцев, датчики контроля его внутреннего состояния, датчики обнаружения несанкционированного доступа и т.д. АПМ способен обеспечивать передачу команд управления и регистрируемых сигналов по проводной, сотовой и космической связи в зависимости от условий размещения сети АПМ на ВО. Комплекс датчиков в АПМ организован таким образом, что перекрестные измерения по ряду показателей увеличивают надежность измерений.



Рис. 3. Информационно-сервисная инфраструктура ИСМ ВО

Поступившие от сайта-интегратора данные проходят верификацию благодаря верификационным рамкам, которые позволяют вычлнять из информации, полученной от источников, сведения о состоянии водных объектов, вызывающие сомнения (например, $pH > 15$). Эти сведения формируются в отдельный отчет. Оператор ИСМ ВО определяет источники поступления этих данных, обращается к ГХД и к перечню лабораторий и используемых ими технических средств мониторинга. Подобная проверка позволяет выявить возможную неисправность измерительных средств мониторинга или иные возможные причины недостоверности показателей.

После верификации сведения проходят первичную обработку в ГХД, сравниваются с ПДК и ОДУ. Результатом подобной обработки являются формирование предварительного отчета о качестве вод и выявление экстремальных превышений ПДК, исходя из определенных заранее порогов экстремальных показателей, которые хранятся в ГХД. При обнаружении подобных превышений формируются сообщения о чрезвычайных экологических ситуациях и отправляются в соответствующие организации, список которых также определен заранее, но он может корректироваться исходя из контрактных ситуаций.

При необходимости по указанию оператора задействуется модель переноса загрязняющих веществ. Модель разрабатывается для каждого ВО индивидуально исходя из его гидрологических особенностей. Цель её создания – оценка негативных последствий, связанных со сбросом в водную среду загрязняющих веществ, с помощью моделирования сценариев их распространения в водной среде при различных морфологических и гидрометеорологических условиях. Вследствие переноса загрязняющих веществ под действием ветра и течения загрязнению могут быть подвержены значительные участки акватории и протяженные участки берегов ВО. Математическое моделирование распространения загрязняющих веществ в водной среде позволяет до возникновения возможной аварийной ситуации оценить вероятные масштабы и характер неблагоприятных экологических последствий. Оперативно полученный прогноз развития аварии позволяет своевременно оценить стратегию ее локализации и минимизировать загрязнение окружающей среды.

Таким образом, предварительный отчет включает в себя полученные сведения о качестве вод, сравнение их с ПДК и ОДУ, а также дополняется построением прогнозных трендов изменения концентраций ХС. На этом этапе по указанию оператора сформированный отчет передается непосредственно эксперту для анализа полученных данных, либо данные предварительно обрабатываются, отображаются в геоинформационной системе мониторинга и после этого отправляются эксперту, либо система переходит к дополнительному аналитическому этапу.

Дополнительный аналитический блок представляет собой 3 независимых, но взаимодополняющих инструментальных блока.

1. Поисково-расчетная информационная система (ПРИС) – *поисковая часть*. Рассматривая химические соединения (ХС) как потенциальные источники опасности, необходимо выделить среди них ксенобиотики – вещества, чужеродные для живых организмов. Среди ксенобиотиков присутствуют мутагены, канцерогены, эмбриотоксиканты и соединения, проявляющие иные виды токсичности.

Количество различных органических веществ, которые выступают как загрязнители воды, может быть намного больше, чем существует веществ, для которых известны нормативные значения предельно допустимых концентраций. При решении задач охраны объектов и обеспечения экологической безопасности вод (применительно к органическим ксенобиотикам) необходимо осуществить их поиск (выявление и идентификацию) и оценить биологическую опасность идентифицированных веществ, а также предложить рекомендации по снижению экологических рисков [3].

Поисковая часть ПРИС обеспечивает просмотр отечественных (региональных, ведомственных и др.), а также зарубежных и международных реестров и справочников, содержащих ПДК или другие сведения об опасности обнаруженных веществ (в том числе, о физико-химических свойствах, видах биологической активности, включая токсические и другие).

2. Поисково-расчетная информационная система (ПРИС) – *расчетная часть*. Для идентификации и оценки биологической опасности обнаруженных органических ксенобиотиков в рассматриваемый алгоритм ИСМ ВО включена компьютерная программа PASS (разработка Института биомедицинской химии им. В.Н.Ореховича РАМН), использующая метод анализа взаимосвязей «структура-активность». Современная версия компьютерной программы PASS 10.1

прогнозирует более 4000 видов биологической активности со средней точностью свыше 95% (скользящий контроль с исключением по одному). Обучающая выборка программы PASS 10.1 содержит информацию о более чем 260000 лекарственных препаратов и биологически активных соединений, включая данные о некоторых химических токсикантах [4, 5].

Используя программу PASS, можно вести поиск информации о биологической активности анализируемого ХС по четырем направлениям:

- 1) экспериментально установленная биологическая активность анализируемого вещества, совпадающего с одним из соединений обучающей выборки PASS;
- 2) прогнозируемые фармакотерапевтические эффекты,
- 3) молекулярные механизмы действия,
- 4) специфические виды токсичности.

Прогнозируемые виды биологической активности можно расклассифицировать по уровням действия: целостный организм, отдельные системы организма (например, нервная), отдельные органы, ткани, клетки, субклеточные структуры, биохимические реакции или биомакромолекулы.

3. Поисково-расчетная информационная система (ПРИС) – *модель переноса загрязнений* на акватории ВО (разработка ИВП РАН, лаборатория внутриводоемных процессов). Подробнее о ней было сказано выше.

Все эти инструментальные блоки независимы, по указанию оператора анализ полученных данных может быть остановлен после прохождения каждого этапа, последовательность прохождения по ним также определяется оператором.

Итогом обработки данных в каждом из блоков является свой отчет. Для визуализации и получения более полной картины о состоянии водных объектов по указанию оператора информация передается на обработку в геоинформационную систему (за исключением модели переноса загрязняющих веществ, в связи с тем что она изначально разработана на базе ГИС и в отчете выдает картографические сведения). В представленном алгоритме используется ГИС «Панорама» (разработка ЗАО КБ «Панорама») – универсальная ГИС, имеющая средства создания и редактирования электронных карт, выполнения различных измерений и расчетов, оверлейных операций, построения 3D-моделей, обработки растровых данных, а также инструментальные средства для работы с базами данных и средства подготовки графических документов в электронном и печатном виде. ГИС «Панорама» включает комплекс гидрологических задач, предназначенный для моделирования водонаполнения бассейнов, построения зон затопления и осушения в виде матриц глубин. Также используется картографический сервис Google Maps.

Таким образом, все полученные сведения, предварительный отчет о качестве вод, сведения о ЧЭС в случае их возникновения, результаты обработки данных в дополнительном аналитическом блоке, сведения, представленные в структуре ГИС, передаются эксперту для аналитической обработки и разработки оптимальных сценариев управляющих решений, направленных на минимизацию экологических рисков.

Следует отметить важное значение на этом этапе базы данных об источниках антропогенного воздействия на рассматриваемые водные объекты. Она позволяет эксперту выявить возможные потенциальные источники загрязнений благодаря тому, что база данных содержит в себе экологические паспорта всех источников загрязнения в пределах рассматриваемого региона, водного объекта, бассейна и т.д. Экологический паспорт в свою очередь включает в себя сведения о продукции производства источника загрязнения и структуре сбрасываемых сточных вод.

Еще одним важным блоком является картографическое моделирование антропогенной нагрузки в пределах рассматриваемого региона, водного объекта, его бассейна и т.д. Данный блок взаимодействует с ГХД и включенной в него базой данных об источниках антропогенного воздействия на рассматриваемые водные объекты. Перечень, представленный в базе данных, визуализируется на ГИС, что облегчает работу эксперту при разработке оптимальных сценариев управляющих решений.

Наиболее полная картина о состоянии водных объектов формируется в результате визуализации сведений о створах наблюдения наблюдательной сети мониторинга водных объектов, о всех реальных и потенциальных источниках загрязнения водных объектов, обнаруженных данных по превышениям или опасным свойствам обнаруженных веществ.

Эксперт после проведения анализа полученных в ИСМ ВО сведений определяет объем и

структуру информации, которая передается в организации, осуществляющие деятельность по регулированию использования и состояния водных объектов.

Интегрированные данные используются организацией, отвечающей за состояние водных ресурсов региона (на региональном уровне и/или в бассейновое водное управление), для разработки рекомендаций и принятия эффективных решений в управлении водными ресурсами. Следующий уровень в информационном потоке мониторинга водных объектов региона – передача данных на сайты-интеграторы федерального уровня, интеграция данных в которых позволяет организовывать эффективное управление водными объектами на бассейновом уровне.

2. Практическая реализация разработки

Представленный алгоритм был частично реализован для Чувашской Республики. Данный выбор не случаен. Чувашия является крупным потребителем водных ресурсов как для бытовых, так и для производственных нужд. Чебоксарское водохранилище, как основной источник водообеспечения Чувашской Республики, также питает своими водами ряд крупных населенных пунктов Нижегородской области и Республики Марий Эл. Немаловажным аспектом выбора является также то, что в настоящее время разработан проект поднятия уровня Чебоксарского водохранилища до его проектной отметки.

Был подготовлен сайт-интегратор с адресом [<ipu.w100.ru>](http://ipu.w100.ru) применительно к ИСМ ВО Чувашии. Сайт имеет средства настройки на региональную принадлежность используемых источников информации и может тиражироваться на множество регионов контролируемого водного бассейна. Были настроены все инструментальные блоки, частично заполнено геоинформационное хранилище данных.

Разработанная ИСМ ВО позволила преодолеть ряд недостатков, выявленных в существующей системе мониторинга ВО Чувашии (см. табл. 2).

Таблица 2. Сравнение характеристик существующих региональных систем мониторинга и разработанной ИСМ ВО на примере Чувашской Республики

№ п/п	Типовые недостатки существующих информационных систем регионального мониторинга (на примере Чувашской Республики)	Преодоление недостатков в разработанной ИСМ ВО
1.	Разноформатность получаемых данных в связи с тем, что осуществлением мониторинга ВО занимаются организации различной ведомственной подчиненности, каждая из которых имеет свою систему наблюдений	Обеспечение форматной «соизмеримости» разнотипных независимо формируемых информационных материалов благодаря портальной web-технологии интеграции данных. Под соизмеримостью понимается единый масштаб времени, привязка объектов к единой системе географических координат, единая терминология, готовность к совместной статистической обработке и графическому представлению
2.	Дублирование створов и наблюдаемых показателей в связи с тем, что каждая организация, отвечающая за мониторинг ВО, имеет свою систему створов, периодичность отбора проб, перечень наблюдаемых показателей, методики их анализа и т.п.	Картирование створов с помощью Google Map и геоинформационной системы (ГИС) «Панорама» позволяет определять створы, близко расположенные друг к другу и оптимизировать их расположение
3.	Результаты анализа однотипных проб, полученных различными организациями, как правило, не сравниваются, интеркалибровка не проводится	ИСМ ВО включает программное обеспечение оценки химического загрязнения ВО контролируемого бассейна, инструментарий которого позволяет выявлять данные, которые резко отличаются даже по близко расположенным створам
4.	В масштабе региона нет единой интегрированной базы данных (БД) по качеству вод	Портальная web-технология для сбора данных через Интернет, используемая в ИСМ ВО, позволяет накапливать единую БД в реальном времени, требуя минимум усилий для всех источников данных и обеспечивая конфиденциальность данных

Заключение

Таким образом, системы мониторинга водных объектов в России нуждаются в дальнейшем развитии в целях оптимизации общей организации ведения мониторинга. Предлагаемый алгоритм функционирования информационной системы мониторинга водных объектов позволяет устранить ряд недостатков существующих систем мониторинга водных объектов, значительно упрощает осуществление мониторинга водных объектов как в пределах отдельных регионов и водных объектов, так и в пределах водных бассейнов, способствует разработке автоматических постов мониторинга, а также позволяет повысить эффективность деятельности по регулированию использования и состояния водных объектов, включая более надежное прогнозирование и принятие оптимальных управляющих решений.

Литература

1. *Баренбойм Г.М., Авандеева О.П., Степановская И.А.* Некоторые научные и технологические аспекты развития систем мониторинга качества природных вод / Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике. Сб. науч. тр. / отв. ред. В.Г.Пряжинская. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – С.365-375.
2. *А.М.Никаноров, Л.И.Минина, В.А.Брызгалов и др.* Мониторинг качества вод России. Научно-методические основы развития национальной системы мониторинга водных объектов / Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике. Сб. науч. тр. / отв. ред. В.Г.Пряжинская. – Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012. – С.282-287.
3. *Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Чиганова М.А. и др.* Мониторинг органических ксенобиотиков, включая лекарства, на водных объектах (проблемы оценки биологической активности) // Сборник трудов всероссийской научной конференции «Устойчивость водных объектов, водосборных и прибрежных территорий; риски их использования», Калининград, 25-30 июля 2011. – С.16-24.
4. *Филимонов Д.А., Пороиков В.В.* Прогноз спектров биологической активности органических соединений // Российский химический журнал. 2006. 50 (2). – С.66-75.
5. *Filimonov D.A., Poroikov V.V.* Probabilistic approach in activity prediction // Chemoinformatics Approaches to Virtual Screening. Eds. Alexandre Varnek and Alexander Tropsha. Cambridge (UK): RSC Publishing. 2008. – Pp.182-216.

ИНСТРУМЕНТЫ МОНИТОРИНГА И МЕХАНИЗМЫ БАЛАНСНОГО УПРАВЛЕНИЯ СТИМУЛАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КРУПНОМАСШТАБНЫХ СИСТЕМ

Иванов В.А.

Клуб Интеллект г. Королева
inteclub@yandex.ru

Ключевые слова: идентификация, гомеостат, инварианты, баланс, мониторинг, структура, топология.

Введение

Крупномасштабные системы (КМС) характеризуются большой матрицей состава компонентов и сложностью их отношений между собой в структуре связей, различных по свойствам, в том числе не имеющих вида прямой функциональной зависимости, но влияющим на многие процессы в системе. К таким КМС можно отнести агротехнические комплексы, промышленные и проектные организации, информационно-управляющие структуры, ведущие свою деятельность в широкой сети клиентов.

Общим существенным моментом в проблеме управления КМС является наличие компонентов, не формализуемых в рамках известных физических законов. Неопределенности возникают не из-за недостатка информации (это задачи с неполной информацией), а именно потому, что сложность связей процессов в компонентах выходит за рамки доступности современных теорий управления. Однако путем применения определенных приемов описания (например, при выявлении симметрий) и наложения на структуру условий связей компонентов системы можно замкнуть граф их отношений.

В зависимости от особенностей задач названного типа в них можно выделить разные классы,