

УДК 556.3

В.Ю. Вишневецкий, В.С. Ледяева, И.Б. Старченко

**ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА ВОДНОЙ СРЕДЫ***

Рассмотрены основные технологические процедуры контроля, применяемые при локальном мониторинге загрязнений водной среды. Представлена схема разработанной системы экологического мониторинга водной среды на основе метода интегральной оценки показателей качества воды. Рассмотрены основные блоки системы. Особенностью разработанной системы является учет нефиксированных источников загрязнений, который стал возможен, благодаря разработанному методу интегральной оценки. В систему сбора и обработки данных поступают экспериментальные данные двух типов: от фиксированных источников загрязнений и от нефиксированных.

Экологический мониторинг; ГИС, загрязняющие вещества; водная среда.

V.Yu. Vishnevetskiy, V.S. Ledyeva, I.B. Starchenko

**PRINCIPLES OF CREATION OF SYSTEM OF ENVIRONMENTAL
MONITORING OF THE WATER ENVIRONMENT**

The main technological procedures of control applied at local monitoring of pollution of the water environment are considered. The scheme of the developed system of environmental monitoring of the water environment on the basis of a method of an integrated assessment of indicators of quality of water is presented. Main units of system are considered. Feature of the developed system is the accounting of unstable sources of pollution which became possible, thanks to the developed method of an integrated assessment. In system of collecting and data processing experimental data of two types arrive: from the fixed sources of pollution and from the unstable.

Environmental monitoring; GIS; polluting substances; the water environment.

В XXI веке на первый план выходит экологическая безопасность. Количество загрязняющих химических соединений в окружающей среде составляет уже несколько тысяч, и многие из них, находясь в микродозах, совместно воздействуют на живые организмы как токсический агент, распознать который химическими методами порой невозможно.

Химические вещества поступают в организм человека не только при прямом потреблении воды в питьевых целях и при приготовлении пищи, а также при вдыхании пара и приеме душа и ванн. Вода, текущая из наших кранов, имеет определенный химический состав.

Вещества, которые попадают в водоемы со сточными водами (бытовые, промышленные отходы, поверхностные стоки сельскохозяйственных угодий, которые были обработаны химическими средствами защиты растений- гербицидами и минеральными удобрениями). Это пестициды, тяжелые металлы, детергенты, минеральные удобрения и др. Вещества, попадающие в питьевую воду в результате приема лекарственных средств (гормоны, антибиотики, нейротропные средства).

Вещества, которые могут попадать в воду из водопроводных труб, переходников, соединений, сварочных швов и др. (медь, железо, свинец).

В настоящее время учет загрязнения осуществляется только на организованных сбросах стоков крупных промышленных и коммунальных объектов.

* Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг. (ГК П1205 от 04.06.2010 г.)

В полной мере оценить степень антропогенного воздействия на природу, в том числе и на ее важнейшую составную часть – водные системы – невозможно. Определяя степень загрязнения речной воды в том или ином контрольном створе, следует иметь в виду, что так называемые «естественные», «природные» составляющие загрязнения зачастую вызваны воздействием человеческой деятельности на природные объекты напрямую не связанные с речной водой.

При локальном мониторинге загрязнений водной среды можно выделить основные технологические процедуры контроля, к которым относятся:

- ◆ выявление контролируемого объекта (место отбора проб воды оценивается, и выбирается только после подробного ознакомления с технологией производства, потреблением и сбросом воды, местоположением цехов объекта, системой его канализации, назначением и работой отдельных элементов систем очистки и т. д.);
- ◆ первичное обследование объекта (рекогносцировка) в форме выборочного краткосрочного наблюдения за ним с уточнением показателей загрязнения (идентификация), а также местоположения, границ, внешних проявлений неблагополучия и определением точек или зон дальнейшего исследования/проверки (например, предварительные качественные исследования и полуколичественные измерения состава сточных вод «на месте» по наиболее вредным или опасным ЗВ);
- ◆ формирование информационной модели контролируемого объекта (например, составление перечней контролируемых в сточных и природных водах ЗВ, установление граничных значений уровней их фиксирования или измерения с заданной достоверностью и в привязке к «месту», разработка архитектуры будущей геоинформационной системы – ГИС), а также планирование эксперимента по изучению состояния и динамики контролируемого объекта;
- ◆ длительные (систематические) наблюдения за объектом контроля (например, непрерывное или дискретное измерение концентраций ЗВ в сточных водах по спланированным показателям с отбором проб или без него) и оценка состояния контролируемого объекта в целом (сопоставление с нормами или ранее проводимыми измерениями и возможное категорирование водной среды по получаемым данным) за период наблюдений;
- ◆ прогнозирование изменения состояния объекта контроля на основе информационной модели (ГИС) и экспериментально полученных эмпирических данных в зависимости от предполагаемых изменений внешних условий (например, увеличение или уменьшение загрязнения вод с изменением мощности производства, введения дополнительной очистки, замены технологий производственных процессов, замкнутого водооборота и т. д.);
- ◆ обработка и представление полученной информации в удобной и понятной форме и доведение ее до потребителя (отчет по результатам обследования, представляемый руководству предприятия или заказчику, например, в контрольную государственную службу или в местную администрацию, или для общественной публикации и т. д.).

На рисунке 1 представлена схема системы экологического мониторинга водной среды на основе метода интегральной оценки показателей качества воды.

Для работы системы необходима общая - географическая, гидрологическая информация, данные о морфометрических характеристиках водных объектов. Эта информация является общей, собирается и заносится в систему на подготовительной стадии. Эта информация хранится в ГИС, в качестве которой может выступать система MapInfo. На подготовительном этапе работы собирается и заносится в

базу данных информация о рационе и видах активности различных групп населения. Заносятся (или корректируются) параметры модели, основные предельные допустимые сбросы и др.

Система состоит из ряда взаимосвязанных программных модулей, объединенных общим интерфейсом пользователя, и непосредственно баз данных, которые независимы от пользовательских программ и могут быть созданы на любой СУБД.

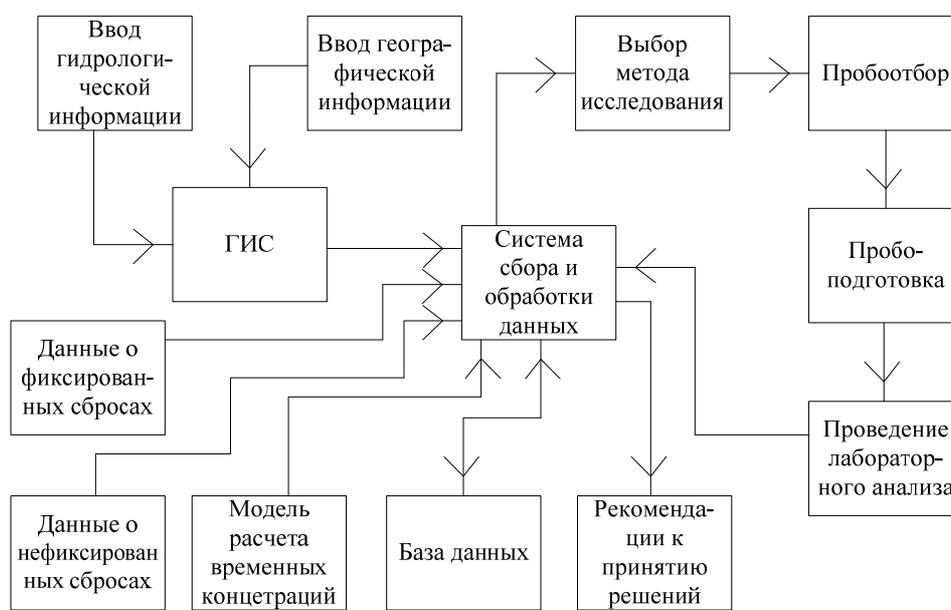


Рис. 1. Схема системы экологического мониторинга водной среды

Центральным блоком является система сбора и обработки данных, в которую поступает информация от других блоков. В качестве центрального блока может выступать сервер базы данных, который с помощью специализированного программного обеспечения, например, системы управления базами данных (СУБД), осуществляет сбор, накопление, первичную обработку и хранение данных.

В систему сбора и обработки данных поступают экспериментальные данные двух типов: от фиксированных источников загрязнений и от нефиксированных. Учет нефиксированных источников загрязнений стал возможен, благодаря разработанному в методу интегральной оценки.

Накопленная информация в системе сбора и обработки данных оформляется в базу данных, которая хранится на файл-сервере базы данных. Из этой структуры можно осуществлять выборки необходимых данных по запросу, которые отвечают тем или иным критериям. Форма выдачи результата может быть любой, в зависимости от конкретного вида программного обеспечения. Например, таблица, график, диаграмма и др.

Система содержит развитые средства поиска данных и формирования запросов.

Модуль экспорта данных позволяет выводить любые группы данных в различных форматах во внешние файлы (MS Word, электронные таблицы MS Excel, базы данных MS Access, текстовые файлы с заданным пользователем форматированием).

Модуль импорта данных позволяет пользователям настроить потоковый ввод данных в программу из текстовых файлов и файлов локальных баз данных.

Система сбора и обработки данных может также выдавать рекомендации к принятию тех или иных хозяйственных решений, чему способствует наличие модели расчета временных концентраций, которая является составной частью системы.

Пользователю предоставляются развитые средства ведения баз данных, корректировки, добавления и удаления данных на различных уровнях (поле данных, запись, таблица данных, база данных). Программы обработки данных наблюдений позволяют получать различного рода расчетные данные, характеризующие состояние водных объектов, выявлять тенденции (динамику) изменения качества вод во времени и пространстве.

Геоинформационная система (ГИС) предназначена для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Термин также используется в более узком смысле – ГИС как инструмент (программный продукт), позволяющий пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах, например высоту здания, адрес, количество жильцов.

ГИС включают в себя возможности систем управления базами данных (СУБД), редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне и многих других областях.

С помощью ГИС возможно анализировать и изучать следующие задачи:

- ◆ оценка качества водных объектов;
- ◆ анализ деятельности пользователей водных ресурсов;
- ◆ ранжирование водопользователей по степени воздействия;
- ◆ нормирование экологической нагрузки на водный объект с учетом бассейнового подхода;
- ◆ создание форм отчетности.

ГИС MapInfo – высокоэффективное средство для визуализации и анализа пространственных данных. Сферы применения ГИС MapInfo: бизнес и наука, образование и управление, социологические, демографические и политические исследования, промышленность и экология, транспорт и нефтегазовая индустрия, землепользование и кадастр, службы коммунального хозяйства и быстрого реагирования, армия и органы правопорядка, а также многие другие отрасли хозяйства.

Блок выбора метода исследования – этот блок позволяет определить процедуры пробоотбора, пробоподготовки и анализа в соответствии с регламентирующими документами по каждому методу исследования.

Единая база природных и техногенных объектов обеспечивает возможность моделирования процессов техногенного воздействия с целью исследования сложившейся ситуации и выработки рекомендаций по рациональному природопользованию.

Пробоотбор – это проводимый согласно обязательным правилам отбор порций материала (вещества), выраженных в штуках, единицах массы или объема. В процессе пробоотбора осуществляют и дальнейшую подготовку объединенных порций до конечной пробы или пробы для анализа, в которой по меньшей мере один показатель качества обязательно должен быть измерен без систематической ошибки.

При отборе пробы воды для химического анализа воды следует использовать пластиковую тару объемом 1,5 литра из-под простой питьевой или дистиллированной воды. Не следует использовать бутылки из-под сладких ароматизированных напитков.

Перед тем, как набрать воду, ее необходимо предварительно пролить в течение 5–10 минут. Это необходимо делать для того, чтобы избежать попадание в образец застоявшейся воды и тем самым получить не точный результат анализа воды.

Бутылку и пробку перед пробоотбором несколько раз тщательно промывают изнутри той водой, которую будут брать на анализ воды. При этом моющие средства использовать нельзя.

Набирать воду желательнее тонкой струйкой и по стенке бутылки. Такой способ отбора позволяет уменьшить насыщение воды кислородом воздуха и, как следствие, предотвращает протекание химических реакций, что позволяет получить гораздо более точный результат анализа воды.

Воду рекомендуется налить в бутылку под «горлышко» и плотно завернуть пробку. Наличие воздуха под пробкой может привести к искажению результатов анализа воды.

Если невозможно отправить в лабораторию пробу воды сразу после отбора, то её следует хранить в холодильнике не более 24 часов (максимум 48 часов).

В том случае, если вода обладает выраженным запахом сероводорода (запах тухлых яиц), следует предварительно взять в лаборатории консервант на сероводород. Консервирование образца воды позволит получить достоверные результаты при определении содержания сульфидных соединений, что особенно важно при разработке оптимальной конфигурации водоочистного оборудования.

Воду, расфасованную в емкость (бутилированную), по возможности доставляют в лабораторию в заводской ненарушенной упаковке. Если это проблематично, то бутилированную воду переливают в пластиковую тару (объемом не менее 2 литра) из-под дистиллированной воды. В этом случае в бланке заказа пробе присваивают номер (шифр) и не указывают название воды, а также дополнительную информацию (производитель и т.д.).

Пробоподготовка – совокупность действий над объектом анализа (измельчение, гомогенизация, экстракция, гидролиз, осаждение и пр.) с целью превращения пробы в подходящую для последующего анализа форму (сухой остаток, раствор и пр.), состояние вещества (основание, солевая форма и пр.), а также для концентрирования/разбавления аналита и избавления от мешающих анализу компонентов.

Основная задача пробоподготовки – подготовка вещества, материалов, компонентов анализа для определенного вида анализа. Пробоподготовка помогает повысить точность получаемых результатов, расширить исследуемый диапазон значений, повысить безопасность исследования, ускорить тест, улучшить воспроизводимость и погрешность результатов.

Пробоподготовка используется в таких областях, как микроскопия, материалография, хроматография, спектроскопия, масс-спектрометрия, рентгеноструктурный и рентгенофлуоресцентный анализ, инструментальный и мокрый химический анализ, минералогические исследования и многие другие.

Блок проведение лабораторного анализа – непосредственное проведение анализа по выбранной методике обнаружения загрязнителей в водной среде.

Природа предпосылка и естественная основа жизнедеятельности людей, причем полноценная их жизнедеятельность возможна только в адекватных природных условиях. Человек может существовать лишь в достаточно определенных и весьма узких рамках окружающей природной среды, соответствующих биологическим особенностям его организма.

Болезни, передаваемые через загрязненную воду, вызывают ухудшение состояния здоровья, инвалидность и гибель огромного числа людей, особенно детей. Различные болезни, передаются, прежде всего, человеку в результате загрязнения водоисточников. Поэтому изучение вопросов экологического мониторинга водной среды, безусловно, является актуальной задачей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М.* Принципы построения системы оценки интегрального показателя качества воды // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2009. – № 10 (99). – С. 233-237.
2. *Вишневецкий В.Ю.* Проектирование системы мониторинга водных ресурсов // Известия ТРТУ. – 2004. – № 6 (41). – С. 207-209.
3. *Вишневецкий В.Ю., Вишневецкий Ю.М.* К вопросу влияния гидробионтов на качество воды в водных объектах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2011. – № 9 (122). – С. 145-152.
4. Оборудование экологического мониторинга [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.energolab.ru/?menu1=2&menu2=7&res=product&product=27>, свободный. – Загл. с экрана.
5. *Вишневецкий В.Ю., Старченко И.Б.* Модель дисперсии загрязняющих веществ в реке // Известия ТРТУ. – 2006. – № 11 (66). – С. 178-180.
6. *Хакунов М.Р.* Необходимость применения биологических методов при анализе загрязнений окружающей среды [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.mkgtu.ru/docs/KONF_SEM/hakunov.pdf, свободный. – Загл. с экрана.

Статью рекомендовал к опубликованию д.ф.-м.н., профессор Г.В. Куповых.

Вишневецкий Вячеслав Юрьевич – Технологический институт федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Южный федеральный университет» в г. Таганроге; e-mail: vvu@fep.tti.sfedu.ru; 347928, г. Таганрог, пер. Некрасовский, 44, ГСП 17А; тел.: 88634371795; кафедра электрогидроакустической и медицинской техники; к.т.н.; доцент.

Ледяева Валерия Сергеевна – e-mail: val2269@yandex.ru; магистрант.

Старченко Ирина Борисовна – e-mail: star@fep.tti.sfedu.ru; профессор.

Vishnevetsky Vyacheslav Yurevich – Taganrog Institute of Technology – Federal State-Owned Autonomy Educational Establishment of Higher Vocational Education “Southern Federal University”; e-mail: vvu@fep.tti.sfedu.ru; GSP 17A, 44, Nekrasovsky, Taganrog, 347928, Russia; phone: +78634371795; the department of hydroacoustic and medical engineering; cand. of eng. sc.; assistant professor.

Ledyeva Valeriya Sergeevna – e-mail: val2269@yandex.ru; student.

Starchenko Irina Borisovna – e-mail: star@fep.tti.sfedu.ru; professor.