

# БАЗЫ ДАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

## DATABASES OF ENVIRONMENTAL EVALUATION OF WATER OBJECTS BY PHYSICAL AND CHEMICAL INDICATORS

*R. Umyarova  
N. Mingazova*

*Summary.* The article describes the role of databases for environmental assessment of water bodies by physico-chemical parameters. The author points out that geo-information databases, which are created using various sources and statistical data, are an integral part of modern work of specialists in the field of ecology. Particular attention should be paid to databases aimed at assessing the current status and dynamics of water quality indicators at water bodies, comparing the degree of water pollution and functioning industrial and agricultural enterprises, as well as the possibility of modeling environmental situations taking into account the assessment of the possible degree of water pollution.

*Keywords:* database, assessment, monitoring, water body, industry, physical and chemical indicators, GIS.

*Умярова Резеда Мякумовна*

*Аспирант, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, г. Казань  
umyarova.rezeda@mail.ru*

*Мингазова Нафиса Мансуровна*

*Д.б.н., профессор, Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, г. Казань  
mingas@mail.ru*

*Аннотация.* В статье описывается роль баз данных экологической оценки водных объектов по физико-химическим показателям. Автор указывает на то, что базы геоинформационных данных, которые создаются с использованием различных источников и статистических данных, являются неотъемлемой частью современной работы специалистов в области экологии. Особое внимание следует обратить на базы данных, направленные на оценку текущего состояния и динамику показателей качества воды на водных объектах, сопоставление степени загрязненности воды и функционирующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также возможность моделирования экологических ситуаций с учетом оценки возможной степени загрязнения вод.

*Ключевые слова:* база данных, оценка, мониторинг, водный объект, промышленность, физико-химические показатели, ГИС.

## Введение

**П**роблема охраны и восстановления водных объектов является одной из самых актуальных для России, что связано, прежде всего, с богатством водных ресурсов. По данным Государственного доклада «О состоянии и использовании водных ресурсов Российской Федерации» в 2016 году суммарный водозабор на территории РФ составил менее 2% от доступных водных ресурсов. Тем не менее, необходимо учитывать факт неравномерного распределения водных ресурсов, соответственно, для ряда регионов характерен дефицит воды, предназначенный для питьевых и сельскохозяйственных нужд — в большинстве случаев антропогенное воздействие на водные ресурсы оказывают промышленные предприятия разной направленности: металлургическая, жилищно-коммунальное хозяйство, химическая, оборонная, фармацевтическая, энергетическая [2].

Значительные изменения водных экосистем происходят в связи с накоплением в одной среде большого количества загрязняющих веществ, что является основной причиной возникновения чрезвычайных экологических ситуаций. Накопление в водных объектах сточных вод сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводче-

ских ферм способствует загрязнению токсичными минеральными, биогенными, органическими веществами и пестицидами.

К основным факторам, определяющим физико-химический состав водных ресурсов, являются климатические условия, геологическое и геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, антропогенное воздействие загрязненных сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий: металлургической, металлообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, химической, химико-биологической, фармацевтической, оборонной, предприятий энергетики, жилищно-коммунального хозяйства и др. [6]

Современные базы геоинформационных данных, которые создаются с использованием различных источников и статистических данных, являются неотъемлемой частью современной работы специалистов в области экологии.

## Обзор баз данных

Рассмотрим несколько баз данных экологической оценки водных объектов.

База данных «Экологический мониторинг РК» (авторы: П. А. Лозовик и М. Т. Сярки)

База данных содержит информацию по экологическому мониторингу водных объектов Республики Карелии. В базе содержатся сведения, полученные в результате работ в 1992–1997 гг. Института водных проблем Севера Карельского научного Центра РАН на водоемах Карелии и отражающие качество их вод в соответствии с физико — химическими и биологическими показателями.

В базе содержатся сведения о состоянии водной среды, донных отложений и водотоков, а также обитающих в них биологических сообществ.

Основными объектами послужили: Онежское озеро, Ладожское озеро, Выгозеро, водные объекты района Костомукшского железорудного месторождения (система Кенти-Кенто), Суоярви, притоки Белого моря и др.

В базе данных представлены более 2.2 тыс. записей физико-химических параметров, около 14 тыс. записей биотических параметров. Основными физико-химическими параметрами являются:

- ◆ температура, электропроводность, pH, Eh, прозрачность, взвешенные вещества, цветность;
- ◆ сумма ионов, Ca+2, Mg+2, Na+1, K+1, HCO<sub>3</sub>-1, SO<sub>4</sub>-2, Cl-1, фториды, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, процент насыщения кислородом;
- ◆ перманганатная окисляемость, БПК<sub>5</sub>;
- ◆ органический углерод (C);
- ◆ фенолы, нефтепродукты, лигносульфанаты;
- ◆ фосфор (P): общий, минеральный, взвешенный;
- ◆ азот (N): органический, аммонийный, нитратный, нитритный;
- ◆ железо (Fe): общее и взвешенное, кремний (Si), марганец (Mn), литий (Li), алюминий (Al)
- ◆ тяжелые металлы [4].

Примечательна база данных «Поверхностные воды» (автор А. В. Суглина) как структурный блок ГИС «Экология», созданная на базе ФГБОУВПО «Мордовский государственный университет им. Н. П. Огарева» с целью мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения [5].

В основе базы данных лежит сопоставление пространственных данных и количественных показателей, полученных в результате локальных, площадных, регулярной сети наблюдений, отбор наиболее информативных показателей и критериев, визуализация результатов работ. Данная база данных позволяет решать разнообразные и сложные задачи в сферах рационального

использования и воспроизводства водных ресурсов, охраны окружающей среды и мониторинга чрезвычайных ситуаций. При этом используются статистические данные (ежегодники, доклады, обзоры, например, обзор состояния окружающей среды ГУ «ВНИИГМИ-МЦД», картографические материалы Физико-Географического Атласа Мира от 1964 года и т. д), которые являются основными источниками качественных и количественных показателей поверхностных вод в базе данных [3].

Экологическая ГИС «Природные ресурсы Алтайского края» (авторы Ю. И. Винокуров, С. Л. Широкова, О. В. Ловицкая, К. В. Воробьев, С. Г. Яковченко) разрабатывается Институтом водных и экологических проблем (ИВЭП) СО РАН с 1994 г. как интегрированная информационная система с целью анализа и оценки экологической ситуации в регионе [7].

Выбранный авторами подход направлен на оценку экологического состояния и изменения природных ресурсов территории Алтайского края.

Наполнение баз данных включает модули «Лесные ресурсы», «Водные ресурсы», «Атмосферный воздух», «Земельные ресурсы».

В основе базы данных лежит информация о текущем состоянии и качестве вод в водных объектах Госкомгидромета (базы данных «Гидрохимия», «Гидрология» и «Водоотведение»), что позволяет осуществлять прогнозы качества воды с использованием ГИС-технологий.

Основными показателями экологической оценки качества вод выступают гидрохимические и гидрологические показатели. К особенностям данной базы данных следует отнести:

1. определение степени загрязненности воды в точках сброса сточных вод;
2. оценка текущего состояния и динамика показателей качества воды в пунктах наблюдения, на участках речной сети, в точках сброса сточных вод, в местах аварийных сбросов;
3. сопоставление степени загрязненности воды и функционирующих промышленных и сельскохозяйственных предприятий;
4. возможность моделирования экологических ситуаций с учетом оценки возможной степени загрязнения вод [6].

Информационная система «Экология пресных вод России и сопредельных стран» включает в себя набор баз данных, систему управления данными, ряд функций их первичной обработки, картографические материалы, списки створов наблюдения и программы гидробиологического и физико-химического мониторинга

по Баренцевскому, Балтийскому, Азовскому, Черноморскому, Каспийскому, Среднеазиатскому, Карскому, Восточно-Сибирскому и Тихоокеанскому гидрографическим районам (территории России, Латвии, Литвы, Эстонии, Украины, Молдавии, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана), информацию о методах отбора проб и о методах получения оценок качества пресных вод. База данных объединяет следующие подбазы данных: физико-химические характеристики водной среды, качество пресных вод по гидробиологическим показателям, экологические группировки и функциональные характеристики гидробионтов. Основу этих баз данных составляют сведения, почерпнутые из наблюдений за водными объектами на территории России и вошедшие в информационную систему «Экология пресных вод России»:

- ◆ физико-химическая база данных, которая обобщает сведения, относящиеся к 9 гидрографическим районам России;
- ◆ база данных о качестве пресных вод, включающая сведения об индексах сапробности по фито- и зоопланктону, о биотических и олигохетных индексах по зообентосу, о гидробиологических классах качества вод для всех девяти гидрографическим районов бывшего СССР за 1976–1995 гг.;
- ◆ база первичных гидробиологических данных, включающая информацию по фито-, зоо-, бактериопланктону, перифитону, зообентосу и макрофитам для трех гидрографических районов России и Украины;
- ◆ база данных по гидрохимии и гидрологии пресных вод России за 1975–1998 гг. [4]

К особенностям данной информационной системы целесообразно отнести:

- ◆ диагностика экологического состояния водных объектов по биологическим показателям;
- ◆ поиск и ранжирование абиотических факторов среды, нарушающих экологическое благополучие;
- ◆ региональное нормирование нарушающих воздействий (особенность этого блока состоит в том, что он решает проблему низкой эффективности экологического контроля, проводимого обычно с помощью нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) загрязняющих веществ: в качестве альтернативы предлагаются региональные, лишенные многих недостатков ПДК, нормативы экологически допустимых уровней произвольных воздействий на экосистемы);
- ◆ экологический прогноз;
- ◆ подготовку информации и вариантов решений для экологических обследований, сертификаций, экспертиз;
- ◆ поиск и отбор путей восстановления нарушенных экосистем;

- ◆ проработку вариантов управления качеством природной среды;
- ◆ анализ причинно-следственных связей в водных экосистемах;
- ◆ квотирование антропогенных нагрузок.

Остановимся на программной комплексе «ГИС-ВОДА», разработанном ЗАО «Геоцентр-Консалтинг», который активно используется Федеральным государственным учреждением здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области» (ФГУЗ ЦГЭ МО). База данных содержит более 2000 физико-химических и гидробиологических показателей и ПДК по каждому показателю, что позволяет ввести значения ПДК любого компонента и определить степень загрязненности водного объекта [2].

В 2009 году Санкт-Петербургским государственным электротехническим университетом «ЛЭТИ», УНЦ «ГИС технологии» была разработана система расчета нормативов допустимого воздействия на водные объекты в среде ГИС (Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В.) [1].

Разработанная база данных направлена на расчет нормативов допустимого сброса сточных вод, как от отдельных предприятий, так и для группы водопользователей в пределах водного бассейна с учетом эффекта суммации по группам лимитирующих показателей вредности. В комплексе представлены математические модели переноса загрязняющих веществ, которые отвечают требованиям утвержденной Министерством природных ресурсов «Методике расчета нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей» и «Методическим указаниям по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты». Особенностью данного комплекса является использование дискретного метода при анализе того или иного водного объекта. Это объясняется тем, что реальные водные экосистемы неоднородны по гидрологическим и морфометрическим параметрам, поэтому водный объект представлен в виде однородных участков с последующей их стыковкой. Используемые сведения и интерфейс базы данных позволяют рассчитать среднюю концентрацию загрязняющего вещества в устье притока, фоновую концентрацию загрязняющего вещества в притоке, расход сточных вод конкретного предприятия, концентрацию загрязняющего вещества в сточных водах предприятия, а также сумму расхода притока и сбрасывающих в него сточные воды предприятий.

База данных под управлением СУБД MS Access 97 была создана в Мурманском Государственном Техническом Университете силами сотрудников кафедр «Информационных систем» и «Прикладной математики и естествен-

но-научных дисциплин» [8]. В базе данных представлены более 80 физико-химических показателей, таких как: рН, азот аммиака, алюминий, аммоний солевой, бериллий, биологическое потребление кислорода (5 суток и 20 суток), биохимическое потребление кислорода, взвешенные вещества, вкус при 20 град, гексахлоран, гидрокарбонаты, глубина, ДДТ, E. Colis, железо закисное, железо общее, жесткость общая, жиры, запах при 20 град. и при 60 град., кадмий, калий, кальций, клостридии, кобальт, колифаги, количество дней хранения пробы, КПФ, кремнекислота, киндан, ЛПК, магний, марганец, медь, молибден, мутность, мышьяк, натрий, нефтепродукты, никель, нитраты, нитриты, окисляемость бихроматная, окисляемость перманганатная, П.П.-ДДЭ, П.П.-ДДД, ПКФ, проводимость, прозрачность, растворенный кислород, расход сточных вод, расход/уровень, ртуть, свинец, селен, селен, синтетические поверхностно-активные вещества,

сульфаты, сумма ионов, сухой остаток, температура, ТКБ, углекислота свободная, фенол, фосфаты, фосфор общий, фториды, химическая потребность в кислороде, хлориды, хлорпоглощаемость, хром б+, хром общий, цветность, цинк, цисты лямблий, щелочность.

### Заключение

Таким образом, рассмотренные базы данных, созданных на основе картографических, геопространственных данных, направлены на решение следующих задач:

- ◆ анализ физико-химических данных и экологическая оценка водных объектов;
- ◆ расчет средней концентрации загрязняющего вещества водных ресурсов;
- ◆ анализ, оценка и прогнозирование степени антропогенного воздействия на водные объекты.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Желтов Е. В. ГИС комплексной оценки состояния окружающей природной среды // ArcReview. 2007. № 1(40). с. 16–17.
2. Алексеев В. В., Куракина Н. И., Орлова Н. В., Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки // журнал ArcReview.-2006.-№ 1(36).
3. Баренбойм Г. М., Веницианов Е. В. Современные проблемы мониторинга водных объектов // Статьи и тезисы. IX Междунар. симпозиум «Чистая вода России-2007». 17–20 апреля 2007 г. Екатеринбург. Екатеринбург: ФГУП РосНИИВХ, 2007. С. 16–29.
4. Матвеев П. И., Фаньгин С. А., Шишаев М. Г. Прикладные архитектуры информационных систем оценки состояния водных ресурсов на базе ГИС-технологий / Информационные технологии в региональном развитии: Сборник научных трудов ИИММ КНЦ РАН, вып. III. — Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. С. 18–25.
5. Никитин А. Б., Павлов С. В., Хамитов Р. З. Геоинформационная система Федерального агентства водных ресурсов // ArcReview, № 1 (36), 000 Дата +, 2006. — С. 6–7.
6. Павлов С. В., Хамитов Р. З., Никитин А. Б. Геоинформационная система для информационной поддержки управления водными ресурсами России. Сборник трудов Второй Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Мехатроника, автоматизация, управление», том 2, УГАТУ, Уфа, 2005, стр. 82–87.
7. Широкова С. Л. Проблемы разработки прикладных геоинформационных систем. Экология и безопасность жизнедеятельности человека в условиях Сибири: Сб. науч. тр. Изд-во АГУ, Барнаул, 1997, 137–143.
8. Creation of Corporate Geoinformation System of Federal Agency of Water Resources / S.V. Pavlov, R. Z. Khamitov, O. I. Khristodulo // Proc. of the 6th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2004), Budapest, Hungary, 2004. Vol. 2. — P. 62–66.
9. Geoinformation System of Water Resource of Republic of Bashkortostan / V. S. Goryachev, S. A. Abramov // Proc. of the 9th International Workshop on Computer Science and Information Technologies (CSIT'2007), USATU, Ufa-Krasnousolsk, Russia, 2007. Vol. 1. — P. 169–172.

© Умярова Резеда Мясумовна (umyarova.rezeda@mail.ru), Мингазова Нафиса Мансуровна (mingas@mail.ru).

Журнал «Современная наука: актуальные проблемы теории и практики»