

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ГИДРОХИМИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

М.Б. Зобков, П.А. Лозовик

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН

Введение

В настоящее время в связи с загрязнением окружающей среды все большую актуальность приобретает вопрос оценки качества природной воды и возможности ее применения для конкретных видов водопользования, а также выявления антропогенного влияния на состояние водной среды. Однако в связи с тем что эта оценка проводится по нескольким десяткам химических параметров, данный анализ представляет собой достаточно трудоемкий и длительный процесс. Поэтому весьма актуальным является создание автоматизированной системы обработки гидрохимической информации, что и было целью данной работы.

Материалы и методы

Автоматизированная система обработки гидрохимической информации состоит из программы управления и базы данных в формате Paradox. Программа управления написана на объектно - ориентированном языке программирования высокого уровня Delphi, являющимся одним из наиболее распространенных средств разработки прикладных программ для операционной системы Windows. Выбор именно этого средства разработки компании Borland обусловлен его максимальным удобством для использования в операционной системе Windows, что позволяет быстро и надежно создавать новые и вносить изменения в уже существующие проекты. Он также предоставляет широкие возможности разработки систем управления базами данных, их проектировки и создания [5].

Необходимо отметить, что по Карельскому гидрографическому региону в лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН был накоплен огромный массив данных за многолетний период, часть из которых находилась на цифровых носителях в базах данных формата Paradox, на основе которых и разрабатывалась рассматриваемая здесь система. В процессе работы для достижения поставленной цели структура баз данных была несколько изменена и расширена, и в настоящий момент в нее включено несколько взаимосвязанных таблиц. Основная таблица, являющаяся источником данных, содержит всю информацию о пробах воды (название водоема, бассейна к которому он принадлежит, дата, место отбора, физико-химические и химические показатели воды). Каждая запись исходной таблицы содержит 56 различных полей. Результаты вычислений хранятся в четырех расчетных таблицах и объединены по соответствующим группам веществ – ионному составу, биогенным элементам, органическому веществу (ОВ) и загрязняющим компонентам. Эти таблицы содержат от 7 до 30 параметров каждая, что в общей сложности составляет 57 полей. Все они объединены в программе управления базой данных с помощью SQL-запросов по индивидуальному номеру записи, в результате чего в программе создается виртуальная таблица, содержащая как исходные, так и расчетные параметры. На рис.1 представлена принципиальная схема организации данных. Для проведения расчетов в программе используются две справочные таблицы. В первой содержится информация о молекулярном весе элементов и химических соединений и их подвижности для расчета теоретической электропроводности воды, а во второй – о загрязняющих веществах: российские и региональные значения ПДК, их краткое описание.

Такая нестандартная структура организации базы данных была выбрана в связи с большим количеством параметров расчета и достаточно длительным временем обработки каждой записи.

Автоматизированная система обработки гидрохимической информации позволяет выполнять классификацию водных объектов по щелочности, ионному составу (классификация Алекина), гумусности и уровню трофии. Программа также позволяет производить все необходимые для дальнейшего анализа проб расчеты по ионному составу, биогенным элементам, органическому веществу, включая его элементный состав, а также по загрязняющим веществам, микроэлементам и газовому составу воды.

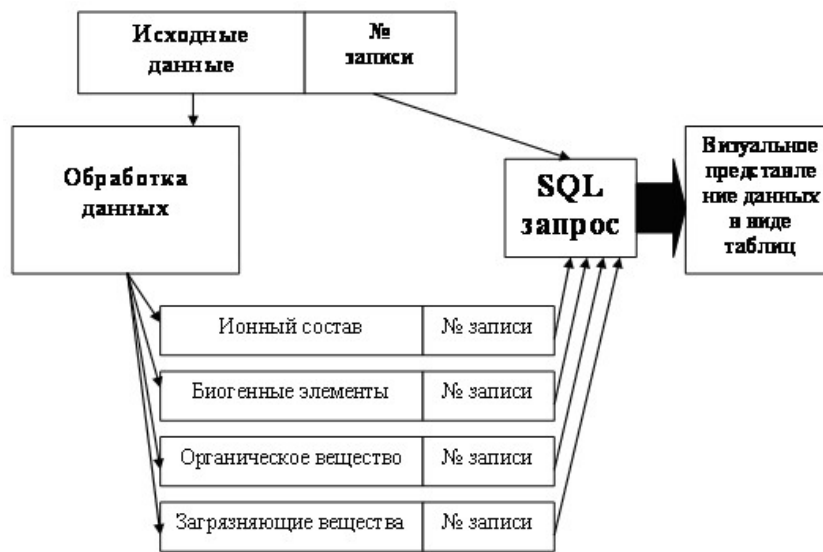


Рис. 1. Принципиальная схема организации данных

Результаты и обсуждение

В качестве исходных используются данные химического анализа проб воды, такие как концентрации главных ионов, растворенных газов, биогенных элементов, загрязняющих веществ, косвенные показатели содержания ОВ (цветность, перманганатная и бихроматная окисляемости) и другие физико-химические показатели. Результатами основных расчетов, выполняемых программой в автоматическом режиме, являются такие важные гидрохимические характеристики, как формула Курлова, классификация воды по преобладающим ионам (Алекина), класс щелочности, трюфности, гумусности, брутто-формула ОВ, индекс загрязненности вод (ИЗВ) и другие важные показатели.

Программа позволяет провести оценку загрязненности водного объекта на основе ИЗВ в соответствии с методическими рекомендациями по комплексной оценке качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям Госкомгидромета [3]. Расчет ИЗВ может осуществляться на основе региональных ПДК, учитывающих геохимический фон элемента и его токсичность для гидробионтов по критерию ПДК для рыбохозяйственных водоемов [2]. Для этого экспертно проводится выбор приоритетных загрязняющих веществ, характерных для точечных источников загрязнения вблизи исследуемого водного объекта.

Следующей особенностью системы является возможность построения графиков зависимостей между числовыми параметрами проб, их аппроксимация линейной, экспоненциальной или логарифмической функцией, а также автоматизированный поиск возможных корреляционных зависимостей. Данная особенность может быть полезна при поиске взаимосвязей между параметрами, такими как динамика изменения концентраций каких-либо веществ в водоеме, поиск комплексов веществ имеющих сходный генезис и т.д. Например, на рис. 2 представлена временная динамика изменения концентрации ионов NO_3^- в водах хвостохранилища Костомукшского ГОКа в период с 1993 по 2002 гг. Рис. 3 представляет зависимость концентрации ионов Ca^{++} от щелочности воды, характерной для поверхностных вод Карелии, что обусловлено их выщелачиванием из карбонатных и силикатных пород.

Другим важным аспектом автоматизации обработки информации является усреднение данных единичных проб по объекту (по сезонам или годам) и сохранение этой информации в исходной базе, что позволяет выполнять по ним все вышеперечисленные типовые расчеты. Результаты вычислений объединены по соответствующим им группам и выводятся в виде отчетов, которые могут быть распечатаны или импортированы в формат rtf, что позволяет их просматривать в редакторе Microsoft Word, изменять или использовать в дальнейшей работе.

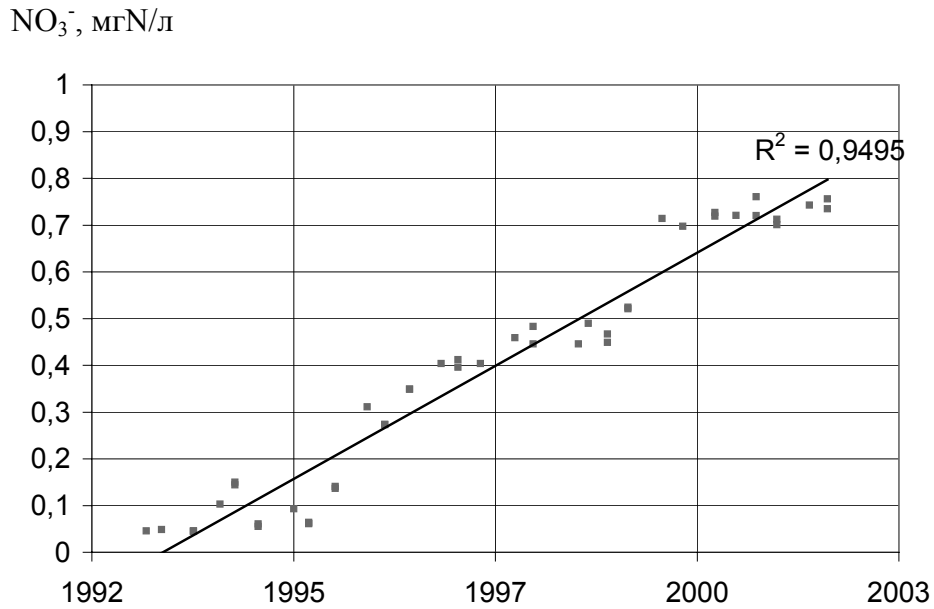


Рис. 2. Многолетняя динамика содержания NO₃ в водах хвостохранилища

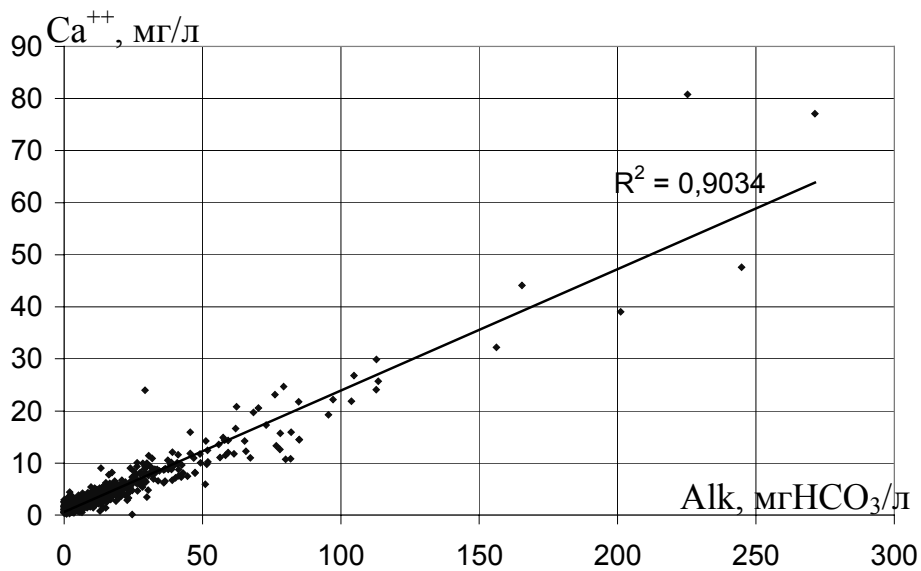


Рис. 3. Зависимость концентрации Ca⁺⁺ от щелочности для выборки данных по объектам Карелии

В программе реализована возможность экспорта любых исходных и расчетных данных в формат Microsoft Excel, что предоставляет дополнительные возможности по обработке и представлению имеющейся информации пакетом программ Microsoft Office или другими приложениями, распознающими данный формат. Данные могут быть также экспортированы в ГИС Map Info для построения тематических карт (рис.4) [1].

Система предоставляет возможность ввода новой информации вручную или посредством ее экспорта из Microsoft Excel. Находящуюся в базе данных исходную информацию можно распечатать по соответствующим группам параметров в виде отчетов. Эта возможность была апробирована и успешно применена при подготовке отчета по мониторингу за 2005 год [4].

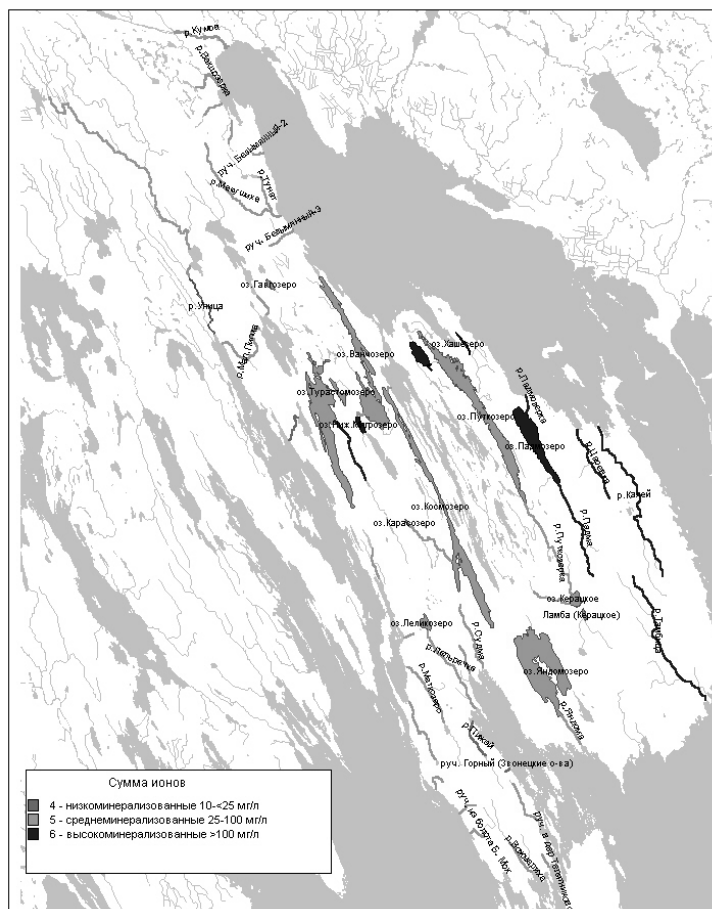


Рис. 4. Минерализация поверхностных вод Заонежья

Заключение

В настоящий момент система обработки гидрохимической информации не является законченным программным продуктом и находится в состоянии постоянной доработки. Основные изменения будут проведены в области оценки степени загрязнения водного объекта и некоторых методах вычислений. Несмотря на это система является работоспособной и позволяет значительно упростить и ускорить процесс обработки гидрохимической информации, и она успешно применяется для решений различных задач в лаборатории гидрохимии и гидрогеологии ИВПС КарНЦ РАН.

Литература

Лозовик П.А., Басов М.И., Зобков М.Б. Поверхностные воды Заонежского полуострова. Химический состав воды // Экологические проблемы освоения месторождения Средняя Падма. Петрозаводск, 2005. С. 35-47.

Лозовик П.А., Платонов А.В. Определение региональных предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ на примере Карельского гидрографического района // Геоэкология. 2005. № 6. С. 527-532.

Методические рекомендации по формализованной комплексной оценке качества поверхностных и морских вод по гидрохимическим показателям. М., 1988.

Отчет «Ведение государственного мониторинга поверхностных водных объектов на территории Республики Карелия в 2005 г.» Петрозаводск, 2005. 55 с.

Тейксейра, Стив, Пачеко, Ксавье. Delphi 5 руководство разработчика. Том 1. Основные методы и технологии программирования. Уч. пос. – М., 2000. 832 с.