

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СОСТАВА ПРИПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОД ОЗЕРА БАЙКАЛ

Шестаков С.А.

*Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН,
г. Иркутск, Россия*

Геоэкологический мониторинг уникальной геосистемы озера Байкал является обязательной процедурой государственного уровня. С момента своего появления, система наблюдений за состоянием вод озера была в значительной степени основана на исследованиях абиотических параметров среды.

В работе рассматривается часть федеральной системы гидрохимических наблюдений, выполняемая ФГБУ «Востсибрегионводхоз» и связанная с режимными измерениями и контролем качества приповерхностного слоя вод по всей акватории. В связи с большой площадью озера, мониторинг ведется с использованием судовой лаборатории, позволяющей производить инситный химический анализ воды на 13 показателей (температура, цветность, растворенный кислород, pH, Eh, NO₂, NO₃, NH₄, Cl, SO₄, PO₄, Fe, удельная электропроводность), непосредственно во время экспедиции. Параллельно, в узлах сети фиксированных наблюдений, производится отбор проб для доставки в стационарную лабораторию, где производится их анализ более чем на 40 показателей по современным высокоточным методикам [1].

Специалистами был выявлен ряд проблем данной системы наблюдений [2], требующих скорейшего решения. Во-первых, отмечался недостаточно полный набор показателей получаемых, не включающий ряд веществ - информативных индикаторов антропогенных воздействий (например, нефтепродуктов). Во-вторых, сложные природные условия, в которых проходят экспедиции, диктуют необходимость постоянной верификации корректности работы измерительного оборудования. Проверка качества «инситных» данных путем сравнения их с результатами, полученными в стационарной лаборатории, позволя-

ет лишь констатировать произошедший сбой в работе судового аналитического оборудования, но не дает возможности своевременно откорректировать его работу.

Целью исследования является разработка методов и средств решения обозначенных выше проблем. Актуальность ее, обусловлена тем, что аналогичные наборы показателей и системы гидрохимического мониторинга используются не только на озере Байкал, различными ведомствами ведется гидрохимический мониторинг и других водоёмов России.

Эффективным средством достижения цели представляется использование методов термодинамического моделирования, позволяющих реконструировать состав природных вод на основании ограниченного набора аналитических данных. Существуют примеры работ [3, 4], в которых убедительно показана возможность такой реконструкции. Особый интерес представляет потенциальная возможность выявления в природной воде веществ, не входящих в перечень непосредственно определяемых, в том числе, чужеродных веществ высоких категорий опасности.

Первым шагом к созданию необходимого обеспечения является создание модели чистой природной воды на основе данных реальных наблюдений. Такая модель является эталоном для обнаружения аномалий водной среды. В качестве источника данных использовалась БД «Байкал-Акватория» [5], а также научные публикации [4,5]. Для моделирования применялся программный комплекс «Селектор» [3].

Установлено, что получаемый в рамках программы мониторинга Росводресурсов набор гидрофизикохимических параметров является достаточным для моделирования природной воды озера Байкал. Создана первая версия физико-химической модели, отвечающей неизменному (условно природному) состоянию водной среды. Согласованность модели проверена сопоставлением расчетных значений pH и Eh с данными судового комплекса и аналитической лаборатории.

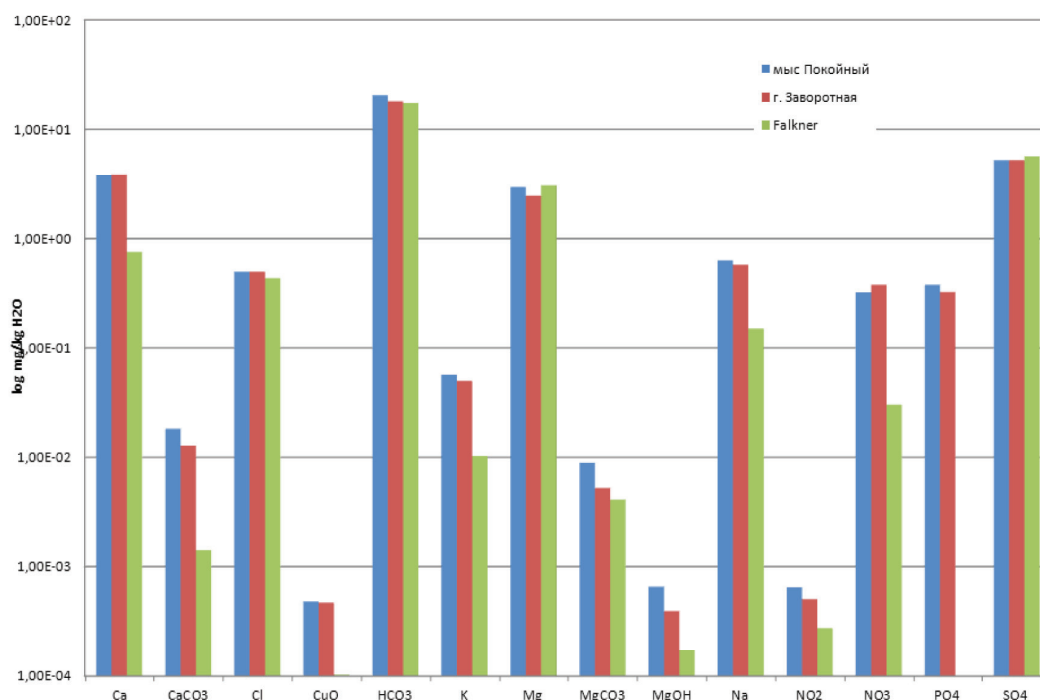


Рисунок 1 Концентрации и ПДК некоторых веществ.

Полученная модель позволяет не только верифицировать корректность работы аналитического оборудования, но и обеспечивает возможность проверки согласованности реальных (в том числе литературных) данных: сравнение результатов измерений с установившимся равновесным состоянием подтверждает их правильность либо указывает на ошибку. На (рис. 1) можно увидеть, что данные полученные в результате моделирования достаточно хорошо сходятся с литературными данными (в данном случае с [5]).

В настоящее время ведется работа над реализацией автоматизированного взаимодействия аппарата физико-химического моделирования и базы данных наблюдений. Полученные конечные формы веществ и их найденные концентрации могут быть использованы как самостоятельные показатели при оценке качества водных сред (для этого необходимо статистически достоверно оценить их природные и «нарушенные» концентрации), а также войти в систему комплексных показателей, в том числе, совместно с дискретными веществами. Для этого необходимо более тщательно изучить их поведение.

Список литературы

1. Паршин А.В., Руш Е.А., Спиридонов А.М. Автоматизация процесса обеспечения экологического мониторинга озера Байкал с применением современных ГИС и web-технологий // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2011. № 1. С. 82-87.
2. Аналитический отчет о результатах наблюдений за состоянием водных объектов в зоне деятельности ФГУ «Востсибрегионводхоз» за 2008 год // Иркутск, 2009. - 101 с.
3. Чудненко К. В. Термодинамическое моделирование в геохимии: теория, алгоритмы, программное обеспечение, приложения. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2010. – 287
4. Паршин А.В., Шестаков С.А., Чудненко К.В., Савельев Е.П. Критерии оценки геоэкологического состояния вод оз. Байкал // Вода: химия и экология. 2013. № 09 (63). С. 24-31.
5. Falkner K.K., Measures C.I., Herbelin S.E., Edmond J.M., Weiss R.F. The major and minor element geochemistry of Lake Baikal // *Limnology and Oceanography* 1991 V. 36

СРАВНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ ГЕОДАНЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КОРРЕКТНОЙ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА

Шестаков С.А., Демина О.И., Паршин А.В.

*Институт геохимии им А.П. Виноградова СО РАН,
Иркутск, Россия*

Цифровая модель рельефа (ЦМР) является одной из важнейших составных частей геоинформационных технологий. Она не требует полевых исследований по всей изучаемой территории и при этом даёт слитный массив данных высот. Очень важна разработка ЦМР для трехмерного геоинформационного моделирования месторождений полезных ископаемых, как средства наиболее эффективной пространственной организации разновременных данных.

Инициативные научные работы зачастую не предполагают выделения специальных средств на проведение топографо-геодезических работ, закупку точных спутниковых данных и проч., которые позволяли бы создавать точные ЦМР. Вызывает интерес возможность построения максимально корректных моделей рельефа на основе комплексирования открытых, общедоступных источников геоинформации [1], разработка методики создания таких моделей для типичных форм рельефа или определенных участков земной поверхности. К таким данным относятся: *спутниковые* - AsterGDEM (Global Digital Elevation Model) и SRTM (Shuttle radar topographic mission); *топографические карты* масштаба 1:200000, 1:100000.

Чаще всего исследователями при построении ЦМР изучаемых объектов используется сравнительно простая методика построения триангуляционной

нерегулярной сети (TIN-модель), которая является слоем, представляющим непрерывное поле значений высот для придания изображению объемного вида [2]. Однако, в случае высокогорных областей и карт рассматриваемых масштабов, полученные модели характеризуются наличием эффекта линейной аппроксимации и сглаживания находящихся между изолиниями форм рельефа, что зачастую неприемлемо. Для устранения эффекта аппроксимации необходимо заполнить пространство между изолиниями дополнительными геоданными. Тем не менее, изолинии необходимы для включения в конечную модель, а кроме того являются эталоном, позволяющим делать выводы о точности создаваемых ЦМР [3].

Задача решалась на примере горных районов Восточного Саяна. Комплекс исследований показал, что для заполнения пространства между изолиниями по высоте до 2160м следует использовать данные AsterGDEM, от высоты 2160 и выше из - SRTM 4.2. Необходимо учитывать, что данные ДЗЗ сглаживают высшие формы рельефа: для корректного моделирования горных вершин (от 2720м) в обоих случаях необходимо использовать данные точек высот с топографической карты, в противном случае произойдет их сглаживание [3]. После нахождения пространственных границ применимости определенных типов геоинформации, возможно приступить к нахождению методики комплексирования ДЗЗ- и топографических данных.

Необходимо учитывать форматы, в которых представлены исходные данные: данные дистанционного зондирования Земли являются регулярными DEM-растрами (далее ДЗЗ-DEM), в то время как топокарта представлена нерегулярными векторными линиями и точками.

Наиболее очевидный способ уточнения рельефа - переформатирование ДЗЗ-DEM в массив точек высот XYZ (широта, долгота и высота точки) и его последующее сложение с топо-изолиниями рельефа, разбитыми на точки. Такой метод ожидаемо не дает приемлемого результата в реальных условиях: алгоритмы линейной интерполяции формируют «ступенчатую» в районе изолиний модель. Попытка устранения этого эффекта путем буферизации изолиний топокарты с помощью зон различного размера и последующей вырезкой из ДЗЗ-DEM попадающих в эту зону точек для высокогорных областей также не дает положительных результатов.

Наиболее применимым методом комплексирования выбран следующий метод. На первом этапе производится реэкспорт TIN-модели (сформированной из данных топографической карты) в GRID-массив точек XYZ по регулярной сети 5x5 м, затем производится экспорт данных ЦМР SRTM и AsterGDEM в GRID XYZ в сеть той же размерности, и производится простое сложение этих двух массивов.

Нужно отметить, что размерность 5x5 м не случайна и получена опытным путём: серия построенных моделей с различным размером ячейки, как одинаковой для карты и ДЗЗ (20x20, 15x15, 10x10, 7x7, 5x5, 3x3), так и разных (5x10, 10x5) показывает, что уменьшение ячейки не приводит к улучшению результата, но требует значительно больших вычислительных ресурсов.