

Систематизация данных о термоминеральных водах Курило-Камчатского региона, история исследований и современные возможности ГИС-технологий
Калачева Е.Г., Долгая А.А.

Systematization of data on thermal mineral waters of the Kuril-Kamchatka region, the history of research and modern capabilities of GIS technologies

Kalacheva E.G., Dolgaya A.A.

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;
e-mail: keg@kscnet.ru*

Представлена краткая история развития комплексных исследований термоминеральных вод региона. Дается описание первой геоинформационной системы, предназначенной для аккумулирования и визуализации данных о термальных и холодных минеральных водах полуострова Камчатка и Курильских островов. Показаны ее функциональные возможности.

Среди многих областей распространения термальных и холодных минеральных вод России полуостров Камчатка и Курильские острова, находящиеся в зоне влияния активных вулканических и тектонических процессов, представляют особый интерес. Здесь сконцентрированы практически все известные гидрохимические типы вод, а также уникальные типы, формирующиеся в постройках активных вулканов и присущие только данному региону. В многочисленных тематических публикациях дается геохимическая характеристика минеральных вод, рассматриваются условия их образования, металлоносность, бальнеологические свойства и др. Значительный объем информации, полученной по результатам работ гидрогеологических партий, хранится в геологических фондах.

Цель настоящей работы – проследить этапы комплексных исследований, ставших основой для систематизации термоминеральных вод Курило-Камчатского региона, показать современные возможности обобщения опубликованных, фондовых и авторских гидрохимических данных с помощью ГИС-технологий.

Этапы комплексных исследований по систематизации термальных и минеральных вод региона

Первый каталог термальных источников Камчатки, в котором очень сжато описаны 67 групп, был опубликован в 1931 г. [5]. В 1937 г. вышла в свет книга Б.И. Пийпа, в которой впервые были не только охарактеризованы термоминеральные источники полуострова, но и для части из них представлены результаты химических анализов, сведения о концентрациях редких элементов (бром, фтор, йод, мышьяк и др.) [6]. Данная книга не потеряла своей актуальности и в наши дни. О гидротермах Курильских островов также существует только одна монография, в которой планомерно, остров за островом, с разной степенью детальности описаны все известные термопроявления [4].

Вместе с тем, на протяжении длительного времени и на Камчатке, и на Курильских островах работали комплексные экспедиции геологов, гидрогеологов, гидрохимиков из различных научных организаций, подведомственных Министерству геологии СССР, Минздраву СССР и др. Наиболее масштабные исследования были проведены в 1950-х – 1970-х гг., в период активного выявления и освоения новых сырьевых источников щелочных и редких щелочных металлов, изучения геотермального и бальнеологического потенциала термальных вод страны. В большей мере исследования проводились на Камчатке; по результатам работ был написан ряд тематических отчетов, составлены различные карты, включая «Карту распространения редкометалльных промышленных подземных вод Камчатки», «Карту распространения промышленных вод» (1975), «Карту геотермальных ресурсов Камчатской области» (1980), «Карту прогнозных эксплуатационных ресурсов подземных промышленных вод Камчатской области» (1985). На этих картах отображалось расположение

термоминеральных источников и приводились ключевые параметры в зависимости от направленности изучения (содержание полезных компонентов, температура и др.). Часть данных была обобщена В.В. Ивановым и представлена в каталоге и пояснительной записке к «Карте минеральных лечебных вод СССР» в разделе «Камчатка и Курильские острова» [1].

Итогом многолетних работ разных коллективов на полуострове стало издание «Карты полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1:500 000». Наряду с твердыми полезными ископаемыми на карту были вынесены все известные группы термоминеральных источников региона и дана их краткая характеристика.

В 2006 г. в Институте вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН в лаборатории тепломассопереноса (руководитель А.В. Кирюхин) была составлена «Карта термоминеральных источников и геотермальных ресурсов Камчатки масштаба 1:1 500 000», на которую были нанесены 236 групп термальных и холодных минеральных источников, сгруппированных по температуре и газовому составу. Основой для составления карты послужили архивные материалы сотрудников ИВиС ДВО РАН Е.А. Вакина и Г.Ф. Пилипенко. Каталог отмеченных на данной карте источников с краткой гидрохимической характеристикой в виде приложения к монографии, посвященной гидрогеологии вулканогенных структур, был опубликован в 2010 г. [3].

Выпуск мобильного приложения «Источники и базы отдыха Камчатки» [7] относится уже к современному этапу в вопросе систематизации термоминеральных вод Камчатки. Выполнив анализ опубликованной научной и научно-популярной литературы, авторы собрали массив данных о 217 группах минеральных источников, который и лег в основу этого приложения. Приложение доступно для скачивания на платформе Google Play, содержит данные о местоположении, краткую гидрохимическую характеристику выбранной группы, ссылки на использованную литературу, а также возможность поиска по ключевым словам.

Применение ГИС-технологий для систематизации данных

В лаборатории постмагматических процессов ИВиС ДВО РАН на протяжении ряда лет ведутся исследования гидротермальных систем, расположенных на Камчатке и Курильских островах. В рамках этих работ получен большой объем данных о химическом и изотопном составе термальных вод и фумарольных газов, представлены оценки гидротермального выноса магматических летучих, химической эрозии вулканических построек, рассмотрены процессы современного минералообразования, протекающие на сольфатарных полях активных вулканов.

Для систематизации и анализа накопленного объема данных была разработана специализированная геоинформационная система (ГИС), которая, помимо научных задач, обеспечивает открытость данных и их доступность широкому кругу пользователей.

ГИС реализована на базе комплексного решения компании NextGIS (<https://nextgis.ru/software/>), которое включает в себя как настольное приложение для обработки геопространственных данных, так и веб-приложение для создания интерактивных онлайн карт.

Работы по созданию геоинформационной системы были начаты в 2023 г. Первая версия системы была реализована на основе авторских данных по Курильским островам в ходе подготовки диссертационной работы [2]. Затем постепенно увеличивался тематический и географический охват внесенных в ГИС данных, расширялся ее функционал и детальность содержащейся в системе информации.

В настоящее время проект развился в крупную геоинформационную систему с большим набором данных для решения различных задач в области гидрогеохимии и

гидрогеологии не только Курило-Камчатского региона, но и областей активного вулканизма в целом.

Структура и интерфейс ГИС

Основные принципы структурирования данных, возможности для различных групп пользователей, принципы взаимодействия настольной и веб-версии были представлены ранее [2], поэтому, опуская общую характеристику, остановимся на деталях полной версии геоинформационной системы.

Данные в системе разбиты на три крупных блока, в соответствии с поставленными задачами: 1. Термоминеральные воды (обобщенные данные); 2. Термоминеральные воды (детализированные данные); 3. Общегеографическая информация (рисунок).

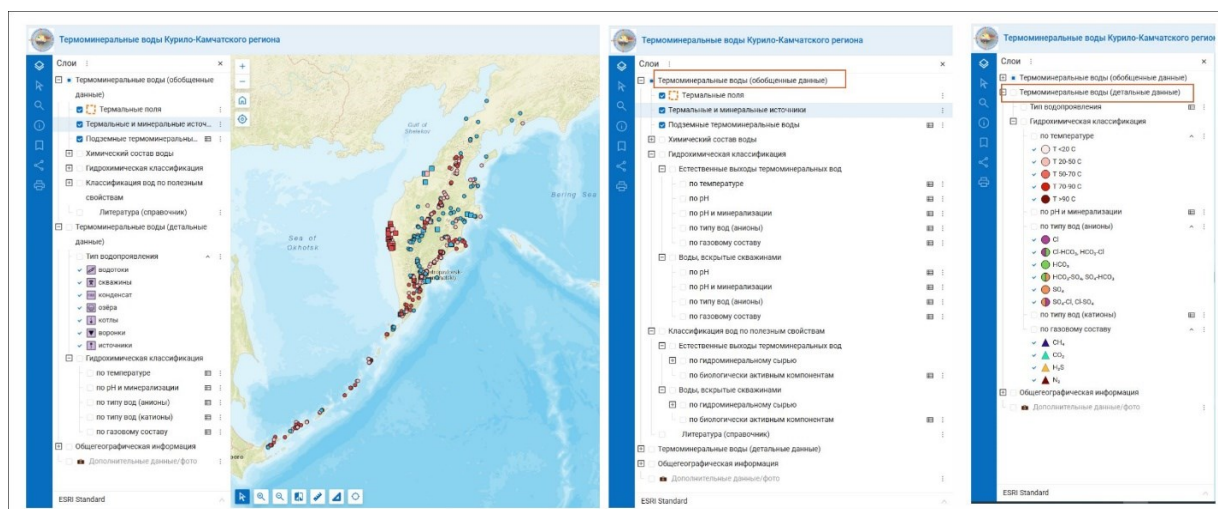


Рисунок. Внешний вид геоинформационной системы и структура ее основных блоков.

Блок с обобщенными данными содержит информацию обо всех группах термальных и холодных минеральных источников, термальных полей, а также о термоминеральных водах, вскрытым скважинами. В основу построения этой группы слоев легли опубликованные данные из статей и монографий различных авторов, фондовые материалы, а также архивные данные лаборатории постмагматических процессов ИВиС ДВО РАН. Для любого пользователя доступны: 1) описание со ссылками на литературные источники и дополнительные материалы для ознакомления; 2) информация о географическом положении; 3) физико-химические показатели; 4) тип вод по преобладающим катионам и анионам; 5) газовый состав; 6) общий дебит; 7) некоторые другие параметры выбранной группы источников/термального поля/скважины. Для большинства источников приведен химический состав воды (по опубликованным данным). На основе загруженной в систему информации пользователи могут фильтровать значения по рН, температуре, минерализации и типу (химическому и газовому) вод, выбирая водопроявления с определенными параметрами. Также доступна классификация термоминеральных вод по полезным свойствам (промышленный и бальнеологический потенциал).

Блок с детальными данными содержит большой объем авторской информации об отдельных группах термальных источников или термальных полей. В этом слое показаны точки отбора водных проб по результатам экспедиционных работ разных лет лаборатории постмагматических процессов ИВиС ДВО РАН. Для каждой точки разработан индивидуальный паспорт, в котором есть привязка к гидротермальной системе, указаны название источников дата отбора, номер пробы, физико-химические параметры и тип вод. Гидрохимическая информация сопровождается фотографиями. В этом блоке также можно классифицировать все опробованные точки по рН,

температуре, типу вод и минерализации, просматривая данные как в общем массиве признаков, так и по отдельным диапазонам.

Блок с общегеографической информацией содержит данные о вулканах региона (в первую очередь активных), озерах, реках и населенных пунктах.

Заключение

Геоинформационная система «Термоминеральные воды Курило-Камчатского региона» является удобным инструментом для получения информации о термальных и холодных минеральных источниках Камчатки и Курильских островов. В настоящее время это единственный электронный ресурс, который дает возможность пользователю с любого устройства (телефон, стационарный компьютер, ноутбук или планшет), имеющего выход в сеть Интернет, просмотреть ареалы распространения источников, получить проверенную информацию по каждой группе, сделать выборки по различным поисковым критериям, оценить промышленный и бальнеологический потенциал.

Представленная геоинформационная система находится в постоянном развитии: происходит пополнение данных во всех слоях, загружаются новые публикации и фотографии. Дальнейшие планы развития ГИС связаны с добавлением новых блоков данных результатов анализов отобранных проб (микроэлементы, изотопный состав и др.); с добавлением новых поисковых критериев; с расширением географического охвата и добавлением новых данных о гидротермальных системах Камчатки и Курильских островов. Отдельным направлением развития можно назвать планы по использованию мобильной версии ГИС непосредственно во время проведения полевых работ, что позволит сократить время обработки получаемых данных.

ГИС размещена в сети Интернет и является частью семейства геоинформационных систем, посвященных водным ресурсам Курило-Камчатского региона и разработанных в лаборатории постмагматических процессов Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. Постоянный действующий адрес: <https://kamkursprings.nextgis.com>.

Работа выполнена по госзаданию ИВиС ДВО РАН в рамках темы НИР «Роль гидротермальных систем Курило-Камчатской вулканической дуги в перераспределении мантийного и корового вещества, в процессах минерало-рудогенеза» (FWME-2024-0006).

Список литературы

1. *Дислер В.Н., Иванов В.В.* Минеральные воды Камчатки и Курильских островов / Минеральные воды СССР. Пояснительная записка к карте минеральных вод СССР масштаба 1:4 000 000 / Гл. ред. В.В. Иванов. М., 1974. С. 192-204.
2. *Долгая А.А., Калачева Е.Г.* Проект геоинформационной системы «Термальные поля и источники Курильских островов» // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXVII ежегодной научной конференции, посвященной Дню вулканолога, 27-29 марта 2024 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2024. С. 207-210.
3. *Кирюхин А.В., Кирюхин В.А., Манухин Ю.Ф.* Гидрогеология вулканогенов. СПб.: Наука, 2010. 396 с.
4. *Мархинин Е.К., Стратула Д.С.* Гидротермы Курильских островов. М.: Наука, 1977. 212 с.
5. *Новограбленов П.Т.* Горячие ключи Камчатки // Известия географического общества. 1931. Т. 63. Вып. 5-6. С. 500-505.
6. *Пийп Б.И.* Термальные ключи Камчатки. М.: АН СССР, 1937. 268 с.
7. *Рогатых С.В., Бельская В.В.* Систематизация минеральных источников Камчатки на основе мобильного приложения // Вестник ДВО РАН. 2022. № 1. С. 133-139.