

## ИНФОРМАЦИОННАЯ ВЕБ-СИСТЕМА «ГЕЙЗЕРЫ КАМЧАТКИ»

© 2025 И.М. Романова, М.Г. Белоусова, А.Б. Белоусов

*Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия, 683006;  
e-mail: roman@kscnet.ru*

Поступила в редакцию 12.02.2025; после доработки 30.04.2025; принята в печать 25.06.2025

Описываются назначение, содержание, структура и особенности реализации информационной системы «Гейзеры Камчатки», разработанной в Институте вулканологии и сейсмологии ДВО РАН. Система содержит сведения об активных и погибших гейзерах и кипящих пульсирующих источниках Долины Гейзеров, кальдеры Узон, кальдеры Академии Наук и долины реки Паужетка. Информационная система обеспечивает сбор, хранение и представление информации о режиме активности гейзеров из литературных источников, архивных и современных данных, полученных с использованием визуальных и инструментальных методов наблюдений с 1934 г. по настоящее время. Система имеет модульную структуру, представленную информационными блоками: «Гейзеры», «Наблюдения», «Изображения», «Библиография», «Геосервис». Информационная система может представлять интерес как для научного сообщества, так и для широкого круга пользователей Интернета.

*Ключевые слова: гейзеры, наблюдения, информационная система, база данных, геосервис, Камчатка.*

### ВВЕДЕНИЕ

Гейзер — это источник, периодически выбрасывающий на поверхность паро-водяную смесь (Нехорошев, 1959). Из этого определения следует, что неотъемлемой чертой гейзера является прерывистость деятельности: выброс воды и пара прерывается стадиями покоя, когда на поверхность земли ничего не поступает, а происходит постепенное заполнение подводящей системы гейзера, опустошенной в ходе предшествующего извержения. Таким образом, постоянно действующий гидротермальный источник, как бы неистово он не извергался, не является гейзером.

На Земле насчитывается около 1000 природных гейзеров, большинство из них сконцентрировано в трех так называемых «гейзерных полях»: Йеллоустонском национальном парке в штате Вайоминг (США), Долине Гейзеров на Камчатке, геотермальном поле Эль Татио на плато Альтиплано (Чили) (Вруан, 1995).

В настоящее время в России, кроме гейзеров Долины Гейзеров, обнаруженных в центральной части Камчатки в 1941 г. Т.И. Устиновой (Устинова, 1955), известны еще два активных гейзера, расположенных также на Камчатке: по одному в кальдере вулкана Узон и на берегу Карымского

озера. Кроме того, одиночные гейзеры существовали в прошлом и в долине р. Паужетка, первые данные о режиме которых были получены Д.К. Александровым в 1934 г. и В.В. Ивановым в 1950 г. (Паужетские..., 1967; Устинова, 1955).

Режим работы гейзера может меняться со временем, — гейзер может «превращаться» в пульсирующий источник, и наоборот (Леонов, 2017). Кроме того, гейзеры недолговечны и часто прекращают активность, как по естественным причинам, так и в результате деятельности человека, или, напротив, образуются новые гейзеры (Белоусов, Белоусова, 2020; Дрознин, 2009; Пинегина и др., 2008; Сугрובה, 1985). Методы подсчета/учета активных гейзеров не согласованы, поэтому данные о количестве гейзеров в различных публикациях имеют оценочный характер (Белоусов, Белоусова, 2024).

К настоящему времени в Институте вулканологии и сейсмологии (ИВиС) ДВО РАН накоплен большой объем данных наблюдений за режимом гейзеров на Камчатке, полученных как при визуальных наблюдениях, так и с применением автоматических средств регистрации (Леонов, 2017; Леонов и др., 1991; Райк, 1963; Сугрובה, Сугробов, 1985; Drozdnin, 1998). В 1970–1990-е гг. камчатские вулканологи по несколько месяцев

ежегодно наблюдали в Долине Гейзеров визуально и инструментально за активностью этих уникальных природных объектов (Дрознин и др., 1999; Сугробов и др., 2009; Сугрובה, 1982). Результаты многолетних исследований гейзеров отражены в большом количестве публикаций. Кроме того, часть этих данных до сих пор оставалась неопубликованной и хранилась в личных архивах ученых. Поэтому актуальными задачами являются систематизация и интеграция данных о гейзерах Камчатки в единый информационный ресурс, доступный широкому кругу исследователей. Для решения этих задач в 2024 г. на Геопортале ИВиС ДВО РАН (<http://geoportal.kscnet.ru/>) (Романова, 2013а) создана информационная веб-система (ИС) «Гейзеры Камчатки» — «Geysers of Kamchatka» (GESKA) (<http://geoportal.kscnet.ru/geysers/>) (рис. 1).

### ЭЛЕКТРОННЫЕ РЕСУРСЫ ГЕЙЗЕРНОЙ ТЕМАТИКИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

В сети Интернет существует множество ресурсов, на которых размещена описательная информация о гейзерах, в основном предназначенная для туристов и любителей природы.

Один из наиболее информативных интернет-ресурсов о гейзерах — сайт Йеллоустонского национального парка (<https://www.nps.gov/yell/>),

где на площади около 9000 м<sup>2</sup> расположено 500–700 активных гейзеров (<https://www.nps.gov/yell/planyourvisit/thermal-basin-exploring.htm>). Этот сайт содержит краткие описания, фотографии и сведения о режиме самых активных гейзеров парка (периодичность и длительность извержений, высота фонтанирования), предоставляет возможность наблюдать за ними с помощью веб-камер.

База данных активности гейзеров Йеллоустона в реальном времени общедоступна на сайте некоммерческой организации Geysertimes (<https://geysertimes.org>), занимающейся сбором, хранением и распространением данных о гейзерах. Сайт предоставляет открытый доступ к данным через архивные файлы и программные интерфейсы.

В российском сегменте сети Интернет наиболее содержательным ресурсом о гейзерах является сайт Кроноцкого государственного биосферного заповедника (<https://kronoki.ru>), в пределах которого расположены кальдера Узон и Долина Гейзеров. На сайте размещены краткая информация об этих уникальных природных комплексах, сведения об истории открытия Долины Гейзеров, множество живописных фотографий. Предоставляется возможность совершить виртуальный тур по долине, — перемещаясь от гейзера к гейзеру, посмотреть их фото и ознакомиться с их кратким описанием (<https://kronoki.ru/ru/multimedia/virtual-tours/361.html>).



Рис. 1. Главная страница информационной системы GESKA.

Fig. 1. Home page of the GESKA information system.

Имеются публикации о намерении создания в Кроноцком заповеднике геоинформационной веб-системы для сбора данных мониторинга гидрогеологического режима гейзеров, однако декларируется, что она будет служить только для внутреннего пользования учреждения (Шитц, 2024).

Проведенный анализ показывает, что ранее, по нашему мнению, не существовало общедоступного научного веб-ресурса гейзерной тематики, который бы не только описывал, но и в систематическом виде аккумулировал данные наблюдений гейзеров Камчатки за всю историю их исследования.

Созданная нами ИС обобщает имеющиеся к настоящему времени литературные, архивные и современные данные о режиме гейзеров четырех гидротермальных систем Камчатки и доступна все заинтересованным пользователям сети Интернет (<http://geoportal.kscnet.ru/geysers/>).

### ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИС

При создании ИС GESKA были учтены основные требования, предъявляемые к подобным системам: взаимосвязанность ее структур-

ных компонентов, возможность их развития, масштабируемость. Она должна обеспечивать качество и полноту данных, возможность их пополнения результатами новых исследований.

ИС GESKA разработана с использованием традиционных технологий веб-ориентированных баз данных (БД) в сочетании с технологиями геоинформационных веб-сервисов (геосервисов), основанных на международных стандартах открытого геопространственного консорциума Open Geospatial Consortium (OGC) (<https://www.ogc.org/ru/>).

Архитектура ИС реализована на базе свободного программного обеспечения (ПО), распространяемого по лицензиям GPL (GNU General Public License) и Apache 2.0 (рис. 2). Для хранения атрибутивных данных используется реляционная БД, созданная в среде системы управления базами данных (СУБД) MariaDB (рис. 3).

Геосервис создан на базе свободных ПО с открытым исходным кодом. Слои пространственных данных (ПД) для геосервиса публикуются на картографическом сервере ИВиС ДВО РАН, реализованном в ПО GeoServer, поддерживающем стандартные протоколы OGC — Web Map Service (WMS), Web Map Tile Service (WMTS),

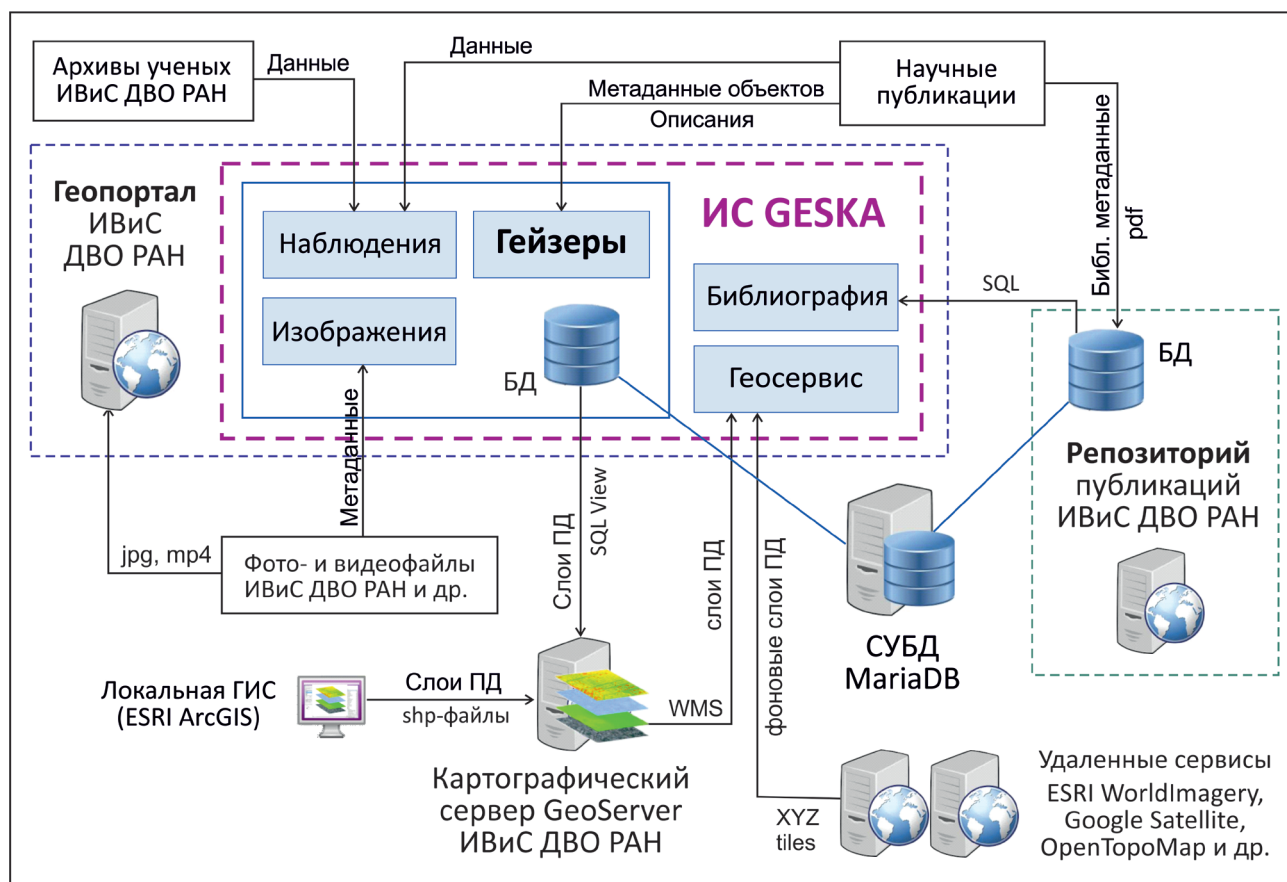
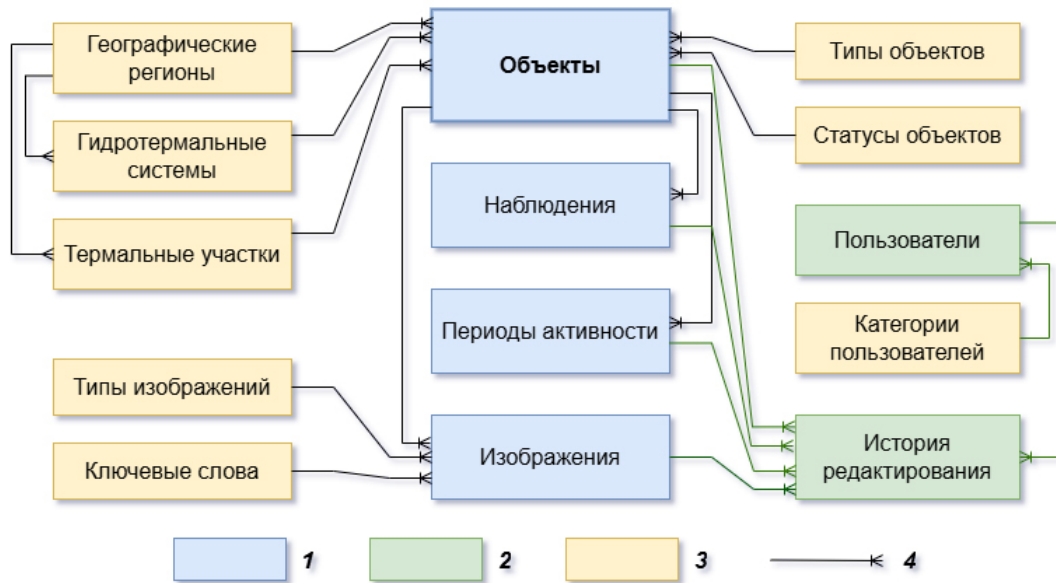


Рис. 2. Архитектура и источники данных ИС GESKA. Расшифровка аббревиатур дана в тексте.

Fig. 2. Architecture and data sources of IS GESKA. Deciphering of abbreviations is given in the text.



**Рис. 3.** Концептуальная схема базы данных ИС GESKA: 1 — основные таблицы; 2 — таблицы-справочники; 3 — служебные таблицы; 4 — тип отношения «один ко многим».

**Fig. 3.** Conceptual scheme of the IS GESKA database: 1 — main tables; 2 — reference tables; 3 — service tables; 4 — «one-to-many» relation type.

Web Feature Service (WFS), Web Processing Service (WPS), Web Coverage Service (WCS) (<https://docs.geoserver.org/latest/en/user/services/>). Веб-интерфейс геосервиса создан с помощью веб-ГИС фреймворка MapStore (<https://mapstore2.readthedocs.io/en/latest/>), основанного на стандартных картографических библиотеках OpenLayers, Leaflet и ReactJS и лицензированного по упрощенной лицензии BSD.

Веб-приложение ИС GESKA разработано на языках программирования PHP и JavaScript с использованием JavaScript-библиотек: jQuery, Highslide JS, API Яндекс Карт и др. Интерфейс системы реализован на русском и английском языках, что может значительно расширить аудиторию ее пользователей.

Обеспечено разграничение прав доступа к ресурсам системы в зависимости от статуса пользователя (пользователь, редактор, администратор). Обычные пользователи имеют возможность поиска и просмотра данных системы. Редакторы могут добавлять и редактировать записи таблиц БД в соответствии с назначенными им правами доступа к объектам БД — таблицам или отдельным полям таблиц. Все действия редакторов по изменению данных, — таких как описания гейзеров, наблюдений, изображений, протоколируются в специальной служебной таблице БД (рис. 3). Администратор системы обладает всеми правами редакторов, а также имеет неограниченные возможности по созданию, редактированию и удалению данных, управлению учетными записями редакторов и предоставлению им полномочий на доступ к данным.

## ПРЕДМЕТНАЯ ОБЛАСТЬ ИС

ИС GESKA обеспечивает сбор, хранение, поиск и визуализацию данных о гейзерах и режиме их активности из литературных источников, архивных и современных данных, полученных с использованием визуальных и инструментальных методов наблюдений.

В ИС представлены природные объекты, описанные как «гейзер» хотя бы в одной из научных публикаций, независимо от их современного состояния:

- гейзеры — источники, действующие в режиме гейзера (рис. 4а);
- кипящие пульсирующие источники — источники, изменившие гейзерный режим работы на режим пульсирующего источника (рис. 4б).

Объекты расположены в пределах гидротермальных систем Камчатки (рис. 5):

– Гейзерной, — в Долине Гейзеров (рис. 4в) известно 26 активных гейзеров: от карликовых (высота фонтанирования 10–20 см) до крупных (высота фонтанирования 10–20 м) (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/abclist?s=1>);

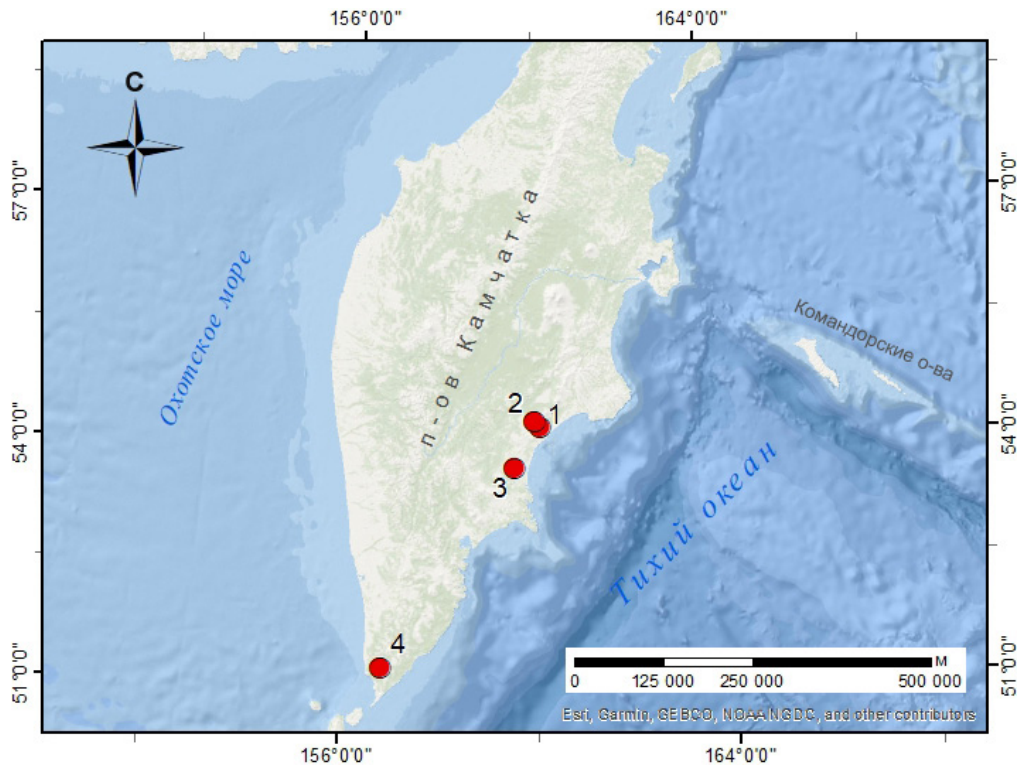
– Узонской, — в кальдере Узон в 1968–1976 гг. существовал небольшой гейзер, а в 2008 г. возник гейзер, который активен до сих пор (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/abclist?s=2>);

– Карымско-Академической, — после извержения в Карымском озере в кальдере Академии Наук в 1996 г. на южном берегу озера появился гейзер, наблюдения за ним ведутся редко, так как он труднодоступен (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/abclist?s=3>);



**Рис. 4.** Гейзер Владимир, 19 сентября 2024 г. (а); кипящий пульсирующий источник Бурлящий, 27 августа 2012 г. (б); общий вид Долины Гейзеров, 31 августа 2012 г. (в). Фото А.Б. Белоусова.

**Fig. 4.** Vladimir geyser, 19 September 2024 (a); boiling pulsating spring Burlyashchy, 27 August 2012 (b); general view of the Valley of Geysers, 31 August 2012 (c). Photo by A.V. Belousov.



**Рис. 5.** Схема расположения гейзерных полей Камчатки. Цифрами обозначены гидротермальные системы: 1 — Гейзерная, 2 — Узонская, 3 — Карымско-Академическая, 4 — Паужетская.

**Fig. 5.** Scheme of geyser fields of Kamchatka. Numbers indicate hydrothermal systems: 1 — Geysernaya; 2 — Uzonskaya; 3 — Karymsko-Akademicheskaya; 4 — Pauzhetskaya.

— Паужетской, — в 1930–1960-х гг. несистематические наблюдения велись за двумя гейзерами в долине р. Паужетка, которые в середине 1980-х гг. из-за масштабного бурения и запуска геотермальной электростанции перестали работать (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/abclist?s=4>).

## СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ИС

Система GESKA имеет модульную структуру, представленную информационными блоками: «Гейзеры», «Наблюдения», «Изображения», «Библиография», «Геосервис». Доступ к ним предоставляется с главной страницы ИС или из ее верхнего меню (рис. 2).

**Блок «Гейзеры»**, обеспечивающий взаимосвязь всех модулей системы, содержит метаданные и описания объектов — гейзеров и пульсирующих кипящих источников.

Выбрав соответствующий пункт в верхнем меню, пользователь получает алфавитный список всех объектов с возможностью их группировки по термальным участкам гидротермальных систем, из которого можно перейти к странице с описанием выбранного объекта (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/geoservice/abclist>).

Для каждого объекта указаны его метаданные: русские и английские названия и синонимы, код

(уникальный идентификатор); географические координаты, географический регион, гидротермальная система, гидротермальный район, термальный участок, тип (гейзер, карликовый гейзер, кипящий пульсирующий источник) (рис. 6).

Названия, синонимы и коды объектов Долины Гейзеров и кальдеры Узон приняты в соответствии с каталогом гейзеров Кроноцкого государственного заповедника (Леонов, 2017). Для этих гидротермальных районов код каждого объекта состоит из четырех символов: номера термального участка (в Долине гейзеров — от 1 до 8; для объектов кальдеры Узон — номер 0) и трех первых или других букв (при совпадении кодов) из основного названия объекта в латинской транскрипции. Например, Великан — 7VEL, Тройной — 2TRO, Шаман — 0SHA (Леонов, 2017). Названия объектов, не вошедших в каталог, — новых или обнаруженных позже 2017 г. в этих районах, а также объектов кальдеры Академии Наук и долины р. Паужетка, соответствуют их написанию в научных публикациях, в которых гейзеры впервые упомянуты, или эти названия используются чаще и стали общепринятыми. Коды этим объектам присвоены авторами статьи по аналогии с системой кодирования, принятой в каталоге (Леонов, 2017). Например, новому гейзеру Новый Малек в Долине Гейзеров присвоен код 7NOM. Коды объектов кальдеры Академии Наук


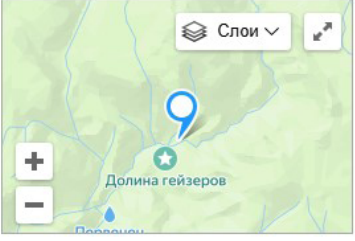


Жемчужный. Основные характеристики	Краткое описание
  <p><b>Название:</b> Жемчужный  <b>Код:</b> 7ZHE  <b>Регион:</b> полуостров Камчатка  <b>Гидротермальная система:</b> Долина Гейзеров  <b>Термальный участок:</b> Центральный  <b>Координаты:</b> 54°26'22" с.ш. 160°8'35" в.д.  <b>Местоположение:</b> рядом с гейзером Великан  <b>Тип:</b> гейзер  <b>Статус:</b> активный  <b>Периоды активности:</b> до 1941 – наст. вр.</p>	<p>Жемчужный — один из самых красивых гейзеров Долины, расположен недалеко от гейзера Великан и хорошо виден с разных смотровых площадок. До селя 2014 г. грифон Жемчужного находился внутри каменной постройки высотой около 0,5 м. Постройка и склон, по которому стекала кипящая вода, были покрыты серым гейзеритом, напоминающим жемчуг, благодаря чему гейзер и получил своё название. Гейзер впервые описан и назван Т.И. Устиновой.</p> <p>Активность гейзера в 1945 г. подробно описана Устиновой (1955): «В период покоя Жемчужный слегка парит; внутри грифона негромко бурлит вода. Период его активности составляет 4–5 час, поэтому гейзер был обнаружен неожиданно, когда внезапно из совсем непримечательного пульсирующего источника появился фонтан воды и пара. Во время фонтанирования вода поднимается на высоту 10–12 м, пар значительно выше. В течение 4 минут фонтанирует вода с паром, затем 8 минут толчками выбрасывается пар и еще 7 минут гейзер не сильно, но равномерно парит. После этого гейзер находится в состоянии покоя больше 2 часов. Затем внутри в грифоне слышится бурление кипящей воды, которое, очень медленно и постепенно усиливаясь, продолжается почти 3 часа до следующего извержения».</p> <p>После схождения селя по реке Гейзерной в 2014 г. вид Жемчужного сильно изменился. Его гейзеритовая постройка была полностью уничтожена, а весь склон «зачищен» селом до скального основания. Осталась лишь узкая щель в коренных породах длиной около 1 метра, из которой продолжают происходить извержения (Леонов, 2017). Но гейзер продолжает работать, хотя его режим изменился. Период извержений Жемчужного после 2014 г. составляет 2–3 час (в 1945–2011 гг.: 3–5 час), излив 0,5–1 час (в 1945–2011 гг.: 1–1,5 час), продолжительность извержения 2–3 мин (в 1945–2011 гг.: 4–5 мин), высота фонтанирования: 5–6 м (в 1945–2011 гг.: 10–15 м).</p> <p><b>Литература</b>          Леонов А.В. Каталог гейзеров Кроноцкого заповедника. Долина гейзеров и кальдера вулкана Узон: история и современность. М.: Изд-во ООО «Реарт». 2017. 384 с.           Устинова Т.И. Камчатские гейзеры / Отв. ред. Рихтер Г.Д., Никольская В.В. М.: Географгиз. 1955. 119 с. </p>

Рис. 6. Фрагмент страницы с описанием гейзера Жемчужный (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/g?name=Zhemchuzhny>).

Fig. 6. Fragment of the page with the description of the Zhemchuzhny geysers (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/g?name=Zhemchuzhny>).

и долины р. Паужетка состоят из пяти символов, где первые два — номер термального участка. Для кальдеры Академии наук нами принят условный номер участка, где расположен гейзер, — 10, для долины р. Паужетка — 20. Так, гейзеру Академический присвоен код 10АКА, гейзерам Лилипут — 20LIL, Ленивый — 20LEN.

Для каждого объекта в ИС дается краткое описание со списком использованной литературы; показано его местоположение на обзорной карте; указаны периоды активности, статус современного состояния:

- активный — действующий в настоящее время;
- погибший — исчезнувший в результате природных катаклизмов — обвалов, оползней и др.;
- потухший — прекративший активность по естественным причинам или в результате деятельности человека при эксплуатации геотермальной энергии района.

Источниками информации для описания гейзеров стали каталог (Леонов, 2017) и много-

численные научные публикации (Устинова, 1955; Райк, 1963; Леонов и др., 1991; Сугробов и др., 2009 и др.).

Веб-интерфейс ИС обеспечивает возможность поиска объектов по названию, синониму, гидротермальной системе, термальному участку и др.

**Блок «Наблюдения»** содержит данные о режиме гейзеров в разные годы (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/observations>) (рис. 7).

Из верхнего меню ИС пользователь попадает на страницу со списком всех дат наблюдений за все годы, сгруппированных по названиям объектов, из которого можно перейти на страницу с данными наблюдений за режимом выбранного объекта.

Режим гейзера — это последовательная смена стадий его активности (Дрознин, 2009; Сугробов и др., 2009):

- извержения (излива воды, фонтанирования пароводяной смеси, парения);
- полного покоя (восстановления уровня горячей воды в канале).

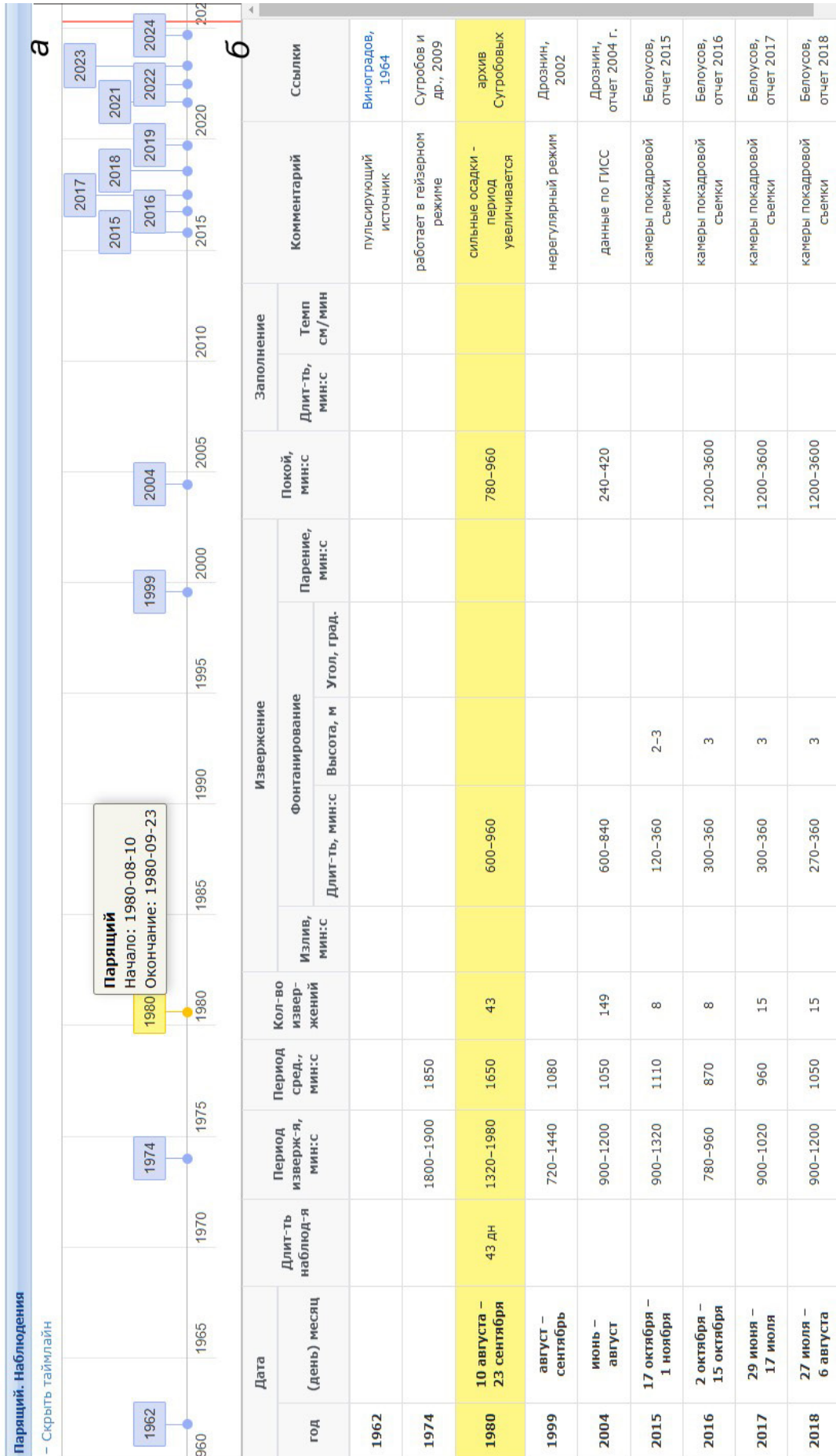


Рис. 7. Фрагмент страницы с данными наблюдений режима активности гейзера Парящий (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/gs?ln=obs&name=Parayashchy>): а — интерактивный график таймлайн с датами наблюдений; б — таблица с данными наблюдений.  
 Fig. 7. Fragment of the observation data page of the Parayashchy geyser activity mode (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/gs?ln=obs&name=Parayashchy>): а — interactive timeline graph with observation dates; б — table with observation data.

Для визуализации и оценки регулярности наблюдений служат интерактивные графики типа временной шкалы — таймлайн (timeline), на которых даты наблюдений показаны в хронологической последовательности (рис. 7а).

Данные о режиме гейзеров представлены в табличной форме (рис. 7б), где для каждой даты указаны, если известны: длительность наблюдения; количество и периодичность извержений; средние значения продолжительности трех стадий извержения, высота и угол фонтанирования, продолжительность стадии покоя и заполнения уровня воды в канале. Приведены ссылки на источники данных — научные публикации (Виноградов, 1964; Дрознин, 2009; Сугробов и др., 2009 и др.) или архивные материалы с данными наблюдений камчатских ученых — В.А. Дрознина, В.М. Сугробова, Н.Г. Сугробовой, А.Б. Белоусова и М.Г. Белоусовой.

**Блок «Изображения»** содержит фотографии и видео гейзеров в состоянии покоя или извержения (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/images>).

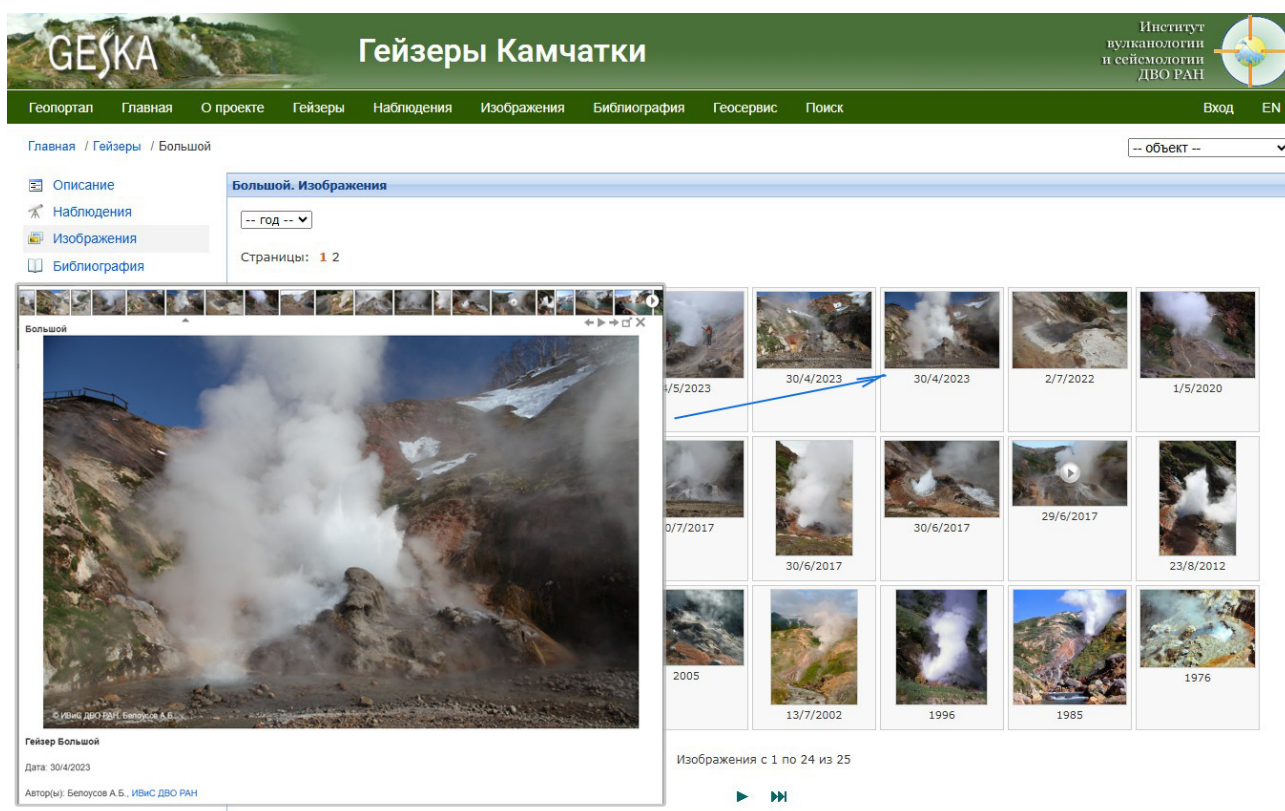
Каждое изображение сопровождается сведениями об авторах, копирайте, дате создания, ссылкой на источник, текстовыми комментариями (рис. 8). Возможен поиск изображений по типу, автору, дате, ключевым словам.

**Блок «Геосервис»** демонстрирует местоположение гейзеров и кипящих пульсирующих источников, их текущее состояние, а также последствия катастрофических природных событий — обвалов, оползней и селей ([http://www.kscnet.ru/ivs/geyser\\_valley/](http://www.kscnet.ru/ivs/geyser_valley/)), ставших причиной изменения режима или гибели большого количества гейзеров в Долине Гейзеров (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/geoservice/map>) (рис. 9).

Геосервис представляет собой веб-интерфейс с встроенной в центральной области окна интерактивной картой. В левой части окна интерфейса располагается древовидный список векторных слоев ПД, полученных по WMS-протоколу с картографического сервера (рис. 2):

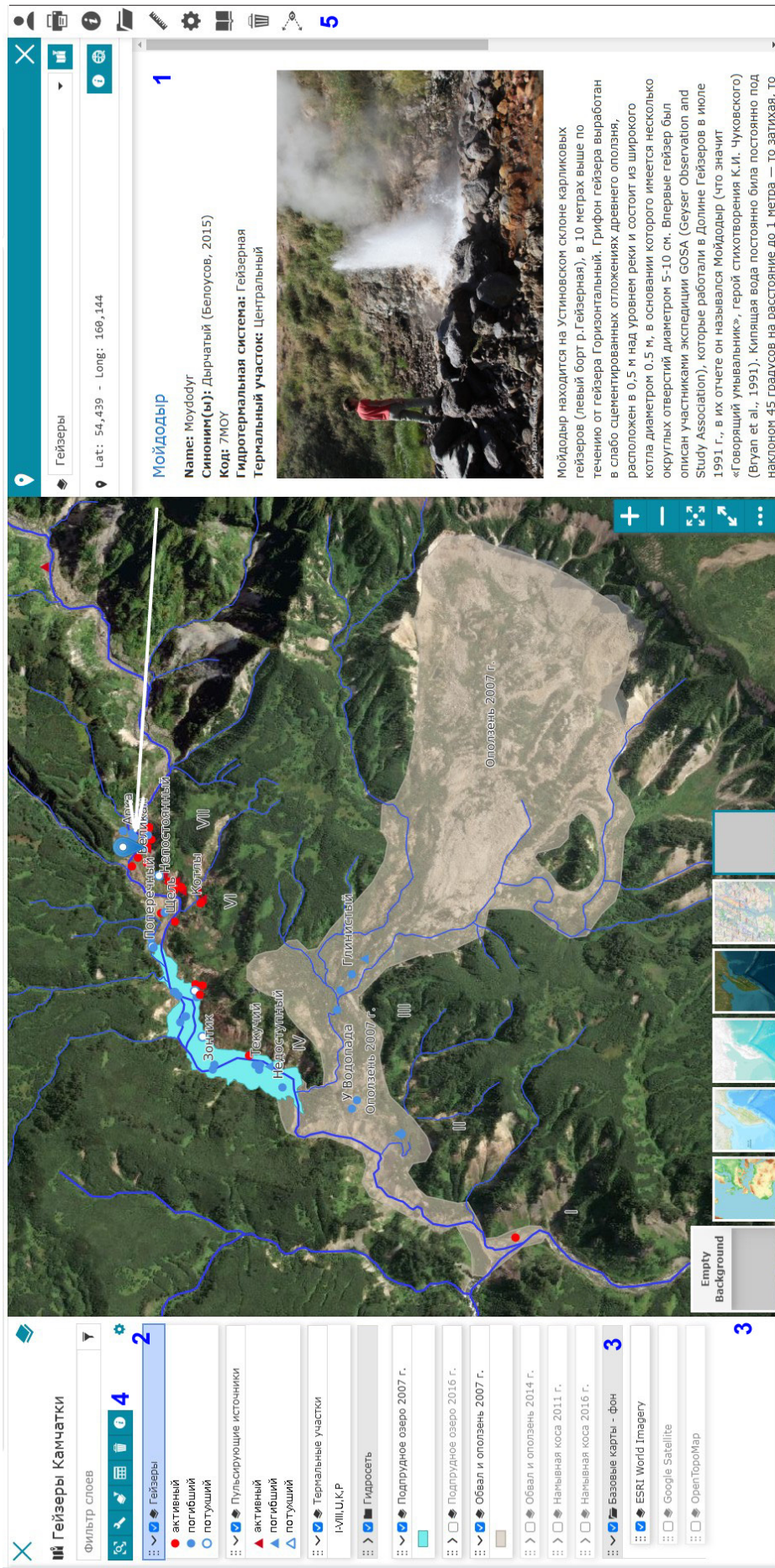
- гейзеры, кипящие пульсирующие источники, термальные участки — слои, полученные с помощью SQL-запросов к базе данных ИС на основе пространственной информации об этих объектах в таблицах БД;

- гидросеть (реки, ручьи, озера); оползни 2007 и 2014 гг., подпрудное озеро (по состоянию на 2007 и 2016 гг.), намывная коса (по состоянию на 2011 и 2016 гг.) — слои, источником которых служат share-файлы, созданные ранее в ГИС «Гейзеры и пульсирующие источники



**Рис. 8.** Пример страницы с фотографиями и видео гейзера Большой (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/gs?ln=img&name=Bolshoy>).

**Fig. 8.** Example of the photos and videos page of the Bolshoy geysir (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/gs?ln=img&name=Bolshoy>).



**Рис. 9.** Веб-интерфейс геосервиса: на фрагменте карты Долины Гейзеров показаны гейзеры и кипящие пульсирующие источники, оползень и подпрудное озеро 2007 г. (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/geoservice/map>): 1 — всплывающее окно с информацией об отмеченной на карте гейзере Мойдодыр; 2 — тематические, 3 — фоновые; 4 — инструменты для отмеченного слоя: изменения параметров и фильтров отображения, просмотра атрибутивной таблицы и др.; 5 — инструменты для работы с картой — добавление слоев, печать и др.

**Fig. 9.** Web-interface of the geoservice: the map fragment shows geysers and boiling pulsating springs of the Valley of Geysers, a landslide and a subpond lake in 2007 (<http://geoport.kscnet.ru/geyser/geoservice/map>): 1 — the pop-up window with information about Moydodyr geysir marked on the map; 2 — thematic, 3 — background; 4 — tools for the marked layer: changing parameters and filters of display, viewing the attributive table, etc.; 5 — tools for working with the map — adding layers, printing, etc.

Долины Гейзеров и кальдеры Узон» (ПО ESRI ArcMap, автор А.В. Леонов).

В качестве фонового слоя возможен выбор общедоступной карты из известных источников — ESRI WorldImagery, GoogleSatellite, OpenTopoMap и др.

Геосервис предоставляет возможность поиска объектов выбранного слоя по одному или нескольким критериям из связанной с ним атрибутивной таблицы, а также с помощью инструмента идентификации посмотреть во всплывающем окне информацию об отмеченном на карте объекте (координаты, описание, фото, литература и др.).

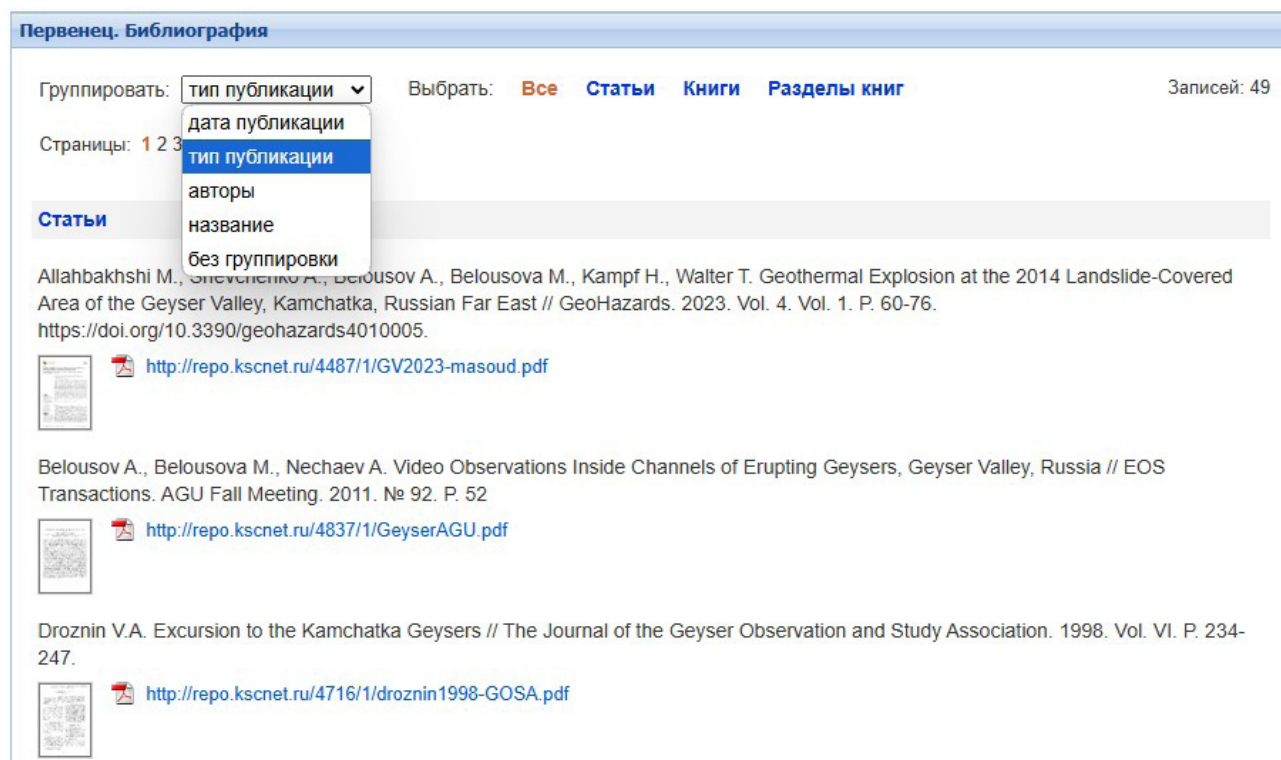
Пользователи могут менять порядок наложения слоев, управлять их видимостью и прозрачностью, добавлять на карту другие слои с локального или удаленных картографических серверов и т. д. Полученная за время сеанса работы карта может быть экспортирована в файл формата PDF (рис. 9). Пользователи с соответствующими правами доступа на редактирование карты могут сохранить ее текущее состояние.

**Блок «Библиография»** содержит списки публикаций по объектам ИС с возможностью

просмотра их полных текстов (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/bibliography>). Списки генерируются в ИС с помощью соответствующих SQL-запросов к БД Репозитория ИВиС ДВО РАН — открытого архива научных публикаций (Романова, 2013б; <http://repo.kscnet.ru/>) (рис. 2). Для этой цели в репозитории создан тематический рубрикатор «Гейзеры», в котором сформирована и постоянно пополняется коллекция публикаций по гейзерам Камчатки (<http://repo.kscnet.ru/view/subjects/GKAM.html>). Интерфейс ИС позволяет выбрать литературу как по отдельному объекту, так и по типу публикации, году, автору и др. (рис. 10).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных работ создана информационная веб-система «Гейзеры Камчатки» — GESKA, обеспечивающая сбор, хранение, поиск и представление данных о гейзерах и режиме их активности из литературных источников, архивных и современных данных, полученных с использованием визуальных и инструментальных методов наблюдений.



**Рис. 10.** Фрагмент страницы с библиографическим списком для гейзера Первенец (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/gs?ln=bib&name=Pervanetz>). Записи сгруппированы по типу публикации и выбраны публикации типа «Статья».

**Fig. 10.** Fragment of the bibliography page for the Pervanets geysers (<http://geoportal.kscnet.ru/geyser/gs?ln=bib&name=Pervanetz>). The records are grouped by publication type, and publications of type «Article» are selected.

На сегодня ИС GESKA содержит описания 79 природных объектов — 66 гейзеров (в том числе 28 активных) и 13 кипящих пульсирующих источников Долины Гейзеров, кальдеры Узон, кальдеры Академии Наук и долины р. Паужетка; 830 записей с данными наблюдений гейзеров за период с 1934 г. по настоящее время; более 400 изображений.

Геоинформационный веб-сервис ИС дает визуальное представление о местоположении и текущем состоянии объектов, а также последствиях природных катаклизмов в 2007 и 2014 гг. в Долине Гейзеров (Белоусов, Белоусова, 2020), повлекших изменение режима или гибель большого количества гейзеров.

Сформирована и постоянно пополняется коллекция научных публикаций по гейзерной тематике. На данный момент она включает 92 публикации (статьи, книги или разделы книг, диссертации).

Дальнейшее развитие ИС GESKA будет направлено на расширение ее функциональных возможностей, в том числе на создание новых сервисов и инструментов для графической визуализации данных и их статистического анализа, которые могут помочь обнаружить закономерности и тенденции изменения режима активности гейзеров во времени.

Созданная ИС «Гейзеры Камчатки», по нашему мнению, может представлять интерес как для научного сообщества, так и для широкого круга пользователей сети Интернет.

Авторы благодарны нашим коллегам в ИВиС ДВО РАН и другим ученым, без чьей огромной научной информации, накопленной за многие десятилетия исследований гейзеров Камчатки, было бы невозможно создание ИС GESKA. Авторы признательны д.т.н. А.В. Леонову, внесшему огромный вклад в систематизацию названий и описание гейзеров и кипящих источников Долины Гейзеров и кальдеры Узон (Леонов, 2017), за проявленный интерес к работе над проектом, а также за предоставленные материалы, использованные нами при создании геосервиса — интерактивной карты гейзеров Камчатки.

Авторы благодарны рецензентам за полезные советы и конструктивные замечания, позволившие улучшить качество статьи.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № 23-27-00318 <https://rscf.ru/project/23-27-00318/>.

#### Список литературы [References]

*Белоусов А.Б., Белоусова М.Г.* Образование гейзеров после обвала 2014 г. в Долине Гейзеров // Вулканизм и связанные с ним процессы. Материалы XXII Всероссийской научной конференции, посвященной Дню вулканолога, 28–29 марта

2019 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН. 2020. С. 47–50 [*Belousov A.B., Belousova M.G.* Obrazovaniye geyszerov posle obvala 2014 g. v Doline Geyszerov // *Vulkanizm I svyazannyye s nim protsessy. Materialy XXII Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchonnoy Dnyu vulkanologa*, 28–29 marta 2019 g. Petropavlovsk-Kamchatskiy: IViS DVO RAN. 2020. P. 47–50 (in Russian)].

*Белоусов А.Б., Белоусова М.Г.* Гейзеры — геотермальные источники, по которым можно сверять часы // Природа. 2024. № 9. С. 3–15. <https://doi.org/10.7868/S0032874X24090019> [*Belousov A.B., Belousova M.G.* Geysers are geothermal springs that can be used to set your watch // *Priroda*. 2024. № 9. P. 3–15 (in Russian)].

*Виноградов В.Н.* О режиме Камчатских гейзеров // Вопросы географии Камчатки. 1964. № 2. С. 70–81 [*Vinogradov V.N.* O rezhime Kamchatskikh geyszerov // *Voprosy geografii Kamchatki*. 1964. № 2. P. 70–81].

*Дрознин В.А.* Новый гейзер в кальдере вулкана Узон // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 2. Вып. 14. С. 10–12 [*Droznin V.A.* A new geysers inside the caldera of Uzon Volcano // *Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle*. 2009. № 2(14). P. 10–12 (in Russian)].

*Дрознин В.А., Бахтияров В.Ф., Левин В.Е.* Измерения температуры в ванне гейзера Великан (Долина Гейзеров, Камчатка) // Вулканология и сейсмология. 1999. № 1. С. 46–53 [*Droznin V.A., Bakhtiarov V.F., Levin V.E.* Izmereniya temperatura v vanne geysera Velikan (Dolina Geyszerov, Kamchatka) // *Vulkanologiya I seysmologiya*. 1999. № 1. P. 46–53 (in Russian)].

*Леонов А.В.* Каталог гейзеров Кроноцкого заповедника. Долина гейзеров и кальдера вулкана Узон: история и современность. М.: Изд-во ООО «Реарт». 2017. 384 с. [*Leonov A.V.* Katalog geyszerov Kronotskogo zapovednika. Dolina geyszerov I kal'dera vulkana Uzon: istoriya I sovremennost'. Moscow: Izd-vo ООО «Reart». 2017. 384 p. (in Russian)].

*Леонов В.Л., Гриб Е.Н., Карпов Г.А. и др.* Кальдера Узон и Долина Гейзеров / Действующие вулканы Камчатки. В 2-х т. Т. 2. М.: Наука. 1991. С. 94–141 [*Leonov V.L., Grib E.N., Karpov G.A. et al.* Kal'dera Uzon I Dolina geyszerov / Active Volcanoes of Kamchatka. In 2 vol. V. 1. Moscow: Nauka, 1991. P. 94–141 (in Russian)].

*Нехорошев А.С.* К вопросу о теории действия гейзеров // Доклады АН СССР. 1959. № 127(5). С. 1096–1098 [*Nekhoroshev A.S.* K voprosu o teorii deystviya geyszerov // *Doklady AN SSSR*. 1959. № 127(5). P. 1096–1098 (in Russian)].

Паужетские горячие воды на Камчатке / Отв. ред. Пийп Б.И. М.: Наука. 1965. 207 с. [*Pauzhetskie goryachie vody na Kamchatke* / *Otv. red. Piip B.I.* Moscow: Nauka. 1965. 207 p.].

*Пинегина Т.К., Делемень И.Ф., Дрознин В.А. и др.* Камчатская Долина Гейзеров после катастрофы 3 июня 2007 г. // Вестник ДВО РАН. 2008. № 1. С. 33–44 [*Pinegina T.K., Delemen I.F., Droznin V.A. et al.* Kamchatskaya Dolina Geyszerov posle katastrofi 3 iyunya 2007 g. // *Vestnik DVO RAN*. 2008. № 1. P. 33–44 (in Russian)].

*Райк А.А.* О режиме гейзеров Камчатки / Исследования природы Дальнего Востока. Таллин: Академия наук Эстонской ССР. 1963. С. 39–90 [*Raik A.A.*

- О rezime geyzerov Kamchatki / Issledovanie prirody Dal'nego Vostoka. Tallin: Akademia Nauk Estonskoi SSR. 1963. P. 39–90 (in Russian).
- Романова И.М.* Геопортал ИВиС ДВО РАН как единая точка доступа к вулканологическим и сейсмологическим данным // Геоинформатика. 2013а. № 1. С. 46–54 [*Romanova I.M.* Geoportals IVIS DVO RAN kak yedinaya tochka dostupa k vulkanologicheskim i seismologicheskim dannym // Geoinformatika. 2013a. № 1. P. 46–54 (in Russian)].
- Романова И.М.* Репозиторий открытого доступа Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН: принципы создания и опыт реализации // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013б. № 2. Вып. 22. С. 78–90 [*Romanova I.M.* Open access repository of the Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS: principles of creation and implementation experience // Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle. 2013b. № 2(22). P. 78–90 (in Russian)].
- Сугробов В.М., Сугрובה Н.Г., Дрознин В.А. и др.* Жемчужина Камчатки – Долина Гейзеров, научно-популярный очерк, путеводитель / Отв. ред. Поляк Б.Г. Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2009. 108 с. [*Sugrobov V.M., Sugrobova N.G., Droznin V.A. et al.* Zhemchuzhina Kamchatki – Dolina Geyzerov, nauchno-populyarnyy ocherk, putevoditel' / Otv. red. Polyak B.G. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Izd-vo «Kamchatpress», 2009. 108 p. (in Russian)].
- Сугрובה Н.Г.* Некоторые закономерности режима гейзеров Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1982. № 5. С. 35–48 [*Sugrobova N.G.* Nekotoryye zakonmernosti rezhima geyzerov Kamchatki // Vulkanologiya i seysmologiya. 1982. № 5. P. 35–48 (in Russian)].
- Сугрובה Н.Г., Сугробов В.М.* Изменение режима термопроявлений Долины гейзеров под влиянием циклона «Эльза» // Вопросы географии Камчатки. 1985. № 9. С. 88–94 [*Sugrobova N.G., Sugrobov V.M.* Izmeneniye rezhima termoproyavleniy Doliny Geizerov pod vliyaniem ziklona «Elza» // Voprosy geografii Kamchatki. 1985. № 9. P. 88–94 (in Russian)].
- Устинова Т.И.* Камчатские гейзеры / Отв. ред. Рихтер Г.Д., Никольская В.В. М.: Географгиз. 1955. 119 с. [*Ustinova T.I.* Kamchatskiye geyzery / Otv. red. Rikhter G.D., Nikol'skaya V.V. Moscow: Geografiz. 1955. 119 p. (in Russian)]. <http://www.kscnet.ru/ivs/publication/ustinova/>
- Шуц Е.С.* Формирование Веб-ГИС в качестве инструмента накопления, визуализации и анализа данных о геотермальных объектах Узон-Гейзерной кальдеры (Кроноцкий заповедник) / Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Геотермальная вулканология, гидрогеология, геология нефти и газа», 2–8 сентября 2024 г. Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2024. С. 100–103 [*Shits E.S.* Formation of Web-GIS as a Tool of Accumulation, Visualization and Data Analyzing of Geothermal Objects of the Uzon-Geyzernaya Caldera (Kronotsky Reserve) // Proceedings of All-Russian Scientific Conference with International Participation «Geothermal Volcanology, Hydrogeology, Oil and Gas Geology», September 2–8, 2024. Petropavlovsk-Kamchatsky: IVS FEB RAS, 2024. P. 100–103 (in Russian)].
- Bryan T.S.* The geysers of Yellowstone. United States, University Press of Colorado, 1995. 463 p.

## WEB-INFORMATION SYSTEM «GEYSERS OF KAMCHATKA»

I.M. Romanova, M.G. Belousova, A.B. Belousov

*Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683006*

Received February 12, 2025; revised April 30, 2025; accepted June 25, 2025

The purpose, content, structure and peculiarities of implementation of the «Geysers of Kamchatka» information system developed at the Institute of Volcanology and Seismology FEB RAS are described. The system contains data on active and dead geysers and boiling pulsating springs of the Valley of Geysers, Uzon caldera, Academy of Sciences caldera and Puzhetka river valley. The information system provides collection, storage and presentation of information on geyser activity regime from literary sources, archival and modern data obtained using visual and instrumental observation methods from 1934 to the present time. The system has a modular structure represented by information blocks: «Geysers», «Observations», «Images», «Bibliography», «Geoservice». The information system may be of interest both for the scientific community and for a wide range of Internet users.

*Keywords:* geysers, observations, information system, database, geoservice, Kamchatka.