

Состояние информационно-аналитической базы данных экзогенных геологических процессов на территории Уральского федерального округа

© 2021 С. Н. Елохина, Т. С. Мызникова*, А. А. Худяков

«Гидроспецгеология», филиал «Уральский региональный центр государственного мониторинга состояния недр», Екатеринбург, Россия

**E-mail: myznikova@gmsn-ural.ru*

Резюме. На территории Уральского федерального округа (УФО) развиты 13 генетических типов опасных экзогенных геологических процессов (ЭГП). Целью работы является иллюстрация системы учета и накопления информации по проявлениям опасных ЭГП каждого типа. При ведении государственного мониторинга состояния недр (ГМСН) накопление информации о проявлениях ЭГП осуществляется в структурированных массивах данных (СМД), организованных для каждого субъекта РФ в пределах УФО. Источниками информации служат результаты площадных регулярных и разовых инженерно-геологических обследований, материалы официальных открытых и фондовых источников. На основе накопленных данных сделан вывод, что из опасных ЭГП на территории УФО наиболее распространены овражная эрозия (28.4 %) и карстово-суффозионный процесс (21.5 %), составляющие суммарно около половины от общего количества всех учтенных проявлений. Эксплуатация информационно-аналитической базы ГМСН ЭГП позволяет выполнять учетные, аналитические (в том числе по выявлению закономерностей развития ЭГП за выбранный интервал времени), отчетно-статистические функции, повышает достоверность сезонных и годовых прогнозов.

Ключевые слова: структурированный массив данных, опасные экзогенные геологические процессы, мониторинг состояния недр, Уральский федеральный округ

State of the information and analytic database of exogenous geological processes on the territory of the Ural Federal District

Svetlana N. Elokhina, Tatiana S. Myznikova*, Alexander A. Khudyakov

“Hydrospecsgeology”, Branch of the Ural Regional Center of the State Mining Inspectorate, Ekaterinburg, Russia

**E-mail: myznikova@gmsn-ural.ru*

Abstract. 13 genetic types of dangerous exogenous geological processes (EGP) have been developed on the territory of the Ural Federal District (UFD). This work aims to illustrate the system of accounting and accumulating information on the manifestations of dangerous EGPs of each genetic type. When conducting the state monitoring of the subsurface state (SMSS), the information about the EGP manifestations is accumulated in the structured data arrays (SDAs), which are organized for each subject of the Russian Federation within the UFD. The sources of information are the results of areal regular and one-time engineering and geological surveys, materials from official open and stock sources. On the basis of accumulated data, we have concluded that the most common genetic types of dangerous EGPs in the UFD territory are gully erosion (28.4 %) and karst-suffusion process (21.5 %), which make up about half of the total number of all recorded manifestations. The operation of the information and analytical base of the SMSS EGP allows to perform accounting, analytical (including the identification of patterns of EGP development for a selected time interval), reporting and statistical functions, increases the reliability of seasonal and annual forecasts.

Keywords: structured data array, dangerous exogenous geological processes, monitoring of the subsurface state, Ural Federal District

Для цитирования: Елохина С.Н., Мызникова Т.С., Худяков А.А. Состояние информационно-аналитической базы данных экзогенных геологических процессов на территории Уральского федерального округа. *Геосистемы переходных зон*, 2021, т. 5, № 4, с. 346–353. <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.4.346-353>

Введение

В литературе последних десятилетий отмечается активность в создании и анализе баз данных для различных геологических и геофизических работ. В статье В.В. Бродягина [2000] подчеркивается значимость ведения баз данных на каждом этапе изучения геологического строения месторождений. Создание и использование баз данных позволяет сократить время на обработку данных и уменьшить число ошибок, призвано обеспечить специалистов актуальной верифицированной информацией [Гизатуллин, Анищик, 2017].

Экзогенные геологические процессы (ЭГП) – это геологические процессы, обусловленные внешними по отношению к Земле источниками энергии в сочетании с силами гравитации. Распространение и развитие ЭГП на территории Уральского федерального округа (УФО) определяются факторами природного и природно-техногенного характера. В работе [Грязнов, 2017] описаны опасные ЭГП природно-техногенного характера, наиболее широко развитые на территории УФО. Они отличаются масштабностью и интенсивностью. Масштабы проявлений ЭГП природного характера на территории УФО определяются преимущественно климатическими факторами.

УФО включает 4 административные области (Курганскую, Свердловскую, Тюменскую и Челябинскую) и два автономных округа: Ханты-Мансийский (ХМАО-Югра) и Ямало-Ненецкий (ЯНАО). Округ расположен в пределах 4 инженерно-геологических регионов: Предуральского, Пайхой-Новоземельского, Уральского и Западно-Сибирского [Инженерная... , 1978]. В Предуралье (западные части Свердловской и Челябинской областей) преобладают карстово-суффозионные процессы, оползне- и оврагообразование. Для Пайхой-Новоземельского региона характерны преимущественно криогенные процессы (криогенное пучение, термокарст, солифлюкция и др.). В Уральском регионе (горная часть Свердловской, Челябинской областей, ХМАО-Югра и ЯНАО) в условиях перепада высот от 300 до 1700 м развивается гравитационный комплекс процессов – оползни, обвалы, осыпи. В области криолитозоны (ХМАО-Югра и ЯНАО) к ним добавляются криогенные процессы: со-

For citation: Elokina S.N., Myznikova T.S., Khudya-kov A.A. State of the information and analytic database of exogenous geological processes on the territory of the Ural Federal District. *Geosistemy perehodnykh zon = Geosystems of Transition Zones*, 2021, vol. 5, no. 4, pp. 346–353. (In Russ.; abstr. in Engl.). <https://doi.org/10.30730/gtr.2021.5.4.346-353>

лифлюкция, пучение, физическое (температурное) выветривание, а также обвалы, осыпи, эрозионные и эоловые процессы. На территории Уральского региона активно, хотя и неравномерно, развит карстово-суффозионный процесс. В Западно-Сибирском наиболее яркими примерами являются овражная эрозия, гравитационные процессы, суффозия.

Наблюдательная сеть мониторинга опасных ЭГП на территории Уральского федерального округа

На территории субъектов РФ с целью оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием природных и техногенных факторов осуществляется государственный мониторинг состояния недр (ГМСН), который представляет собой систему регулярных (ежегодных) наблюдений, сбора, накопления, обработки, анализа и обобщения информации с целью оценки состояния геологической среды и прогноза ее изменений под влиянием природных и техногенных факторов. ГМСН является частью государственного экологического мониторинга окружающей среды и функциональной подсистемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (МЧС России). Работы по объекту «Государственный мониторинг состояния недр по территории Уральского федерального округа», включая опасные ЭГП, выполняются с 2008 г. [Информационный... , 2020].

В 2020–2021 гг. для ежегодной оценки современного состояния и прогноза активности ЭГП наблюдения на регулярной основе выполнялись на 33 пунктах опорной наблюдательной сети (табл. 1). Сеть охватывает все инженерно-геологические регионы, кроме неосвоенного Пайхой-Новоземельского. Пункты расположены на участках с различной техногенной нагрузкой, что позволяет изучать активность процессов как в природных условиях, так и в условиях, осложненных хозяйственной деятельностью.

Дополнительным источником информации служат результаты площадных плановых (разовых, периодических) инженерно-геологических обследований, материалы официальных, открытых и фондовых источников, сообщения муниципальных образований регионов. В экстренных случаях на участки резкой активиза-

Таблица 1. Распределение пунктов наблюдательной сети ГМСН и типов опасных ЭГП по территории субъектов РФ Уральского федерального округа в 2020 г.

Table 1. Distribution of points of the SMSS observation network and types of dangerous EGPs on the territory of the subjects of the Russian Federation of the Ural Federal District in 2020

Субъект РФ	Количество пунктов наблюдения	Наблюдаемые опасные ЭГП					
		Оп	Эо	КС	Су	ГР	Пт
Курганская область	6	2	4	–	1	–	–
Свердловская область	8	3	–	5	–	–	–
Тюменская область	4	1	3	–	3	1	–
Челябинская область	7	4	1	1	–	–	1
ХМАО-Югра	4	1	1	–	1	3	–
ЯНАО	4	–	2	–	1	–	1
Всего на территории УФО	33	11	11	6	6	4	2

Примечания. Оп – оползневый процесс, Эо – овражная эрозия, КС – карстово-суффозионные процессы, Су – суффозионные процессы, ГР – гравитационные процессы, Пт – подтопление. На одном пункте наблюдения могут вестись за несколькими типами опасных ЭГП (Тюменская область, ХМАО-Югра). Прочерк – отсутствие значимых проявлений.

Notes. Оп – a landslide process, Эо – gully erosion, КС – karst-suffusion processes, Су – suffusion processes, ГР – gravitational processes, Пт – flooding. At one point, the observations can be carried out for several types of dangerous EGP (Tyumen Region, the Khanty-Mansi Autonomous Area – Yugra). Dash – absence of significant manifestations.

ции опасных ЭГП осуществляются оперативные выезды. В настоящее время 13 участков из 48 (33 участка регулярных наблюдений и 15 плановых, разовых) подвержены нескольким типам ЭГП.

Наблюдения за опасными ЭГП включают, помимо маршрутного обследования территорий и расположенных на них инженерных объектов, их привязку с помощью GPS-навигатора, фотодокументацию, описание формы проявлений в плане и разрезе, линейные замеры с использованием ранее установленных и новых грунтовых марок, реперов. Фиксируются признаки активизации процессов: следы свежих

срывов, трещин растяжения, изменение их направления, величина вертикального смещения и др.

С 2019 г. для фотосъемки участков развития опасных ЭГП применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) фирмы DJI: Phantom 4 Pro и Mavic Mini. За два года БПЛА использовались при выполнении инженерно-геологических обследований на 20 участках. Снимки обрабатываются в программах Agisoft Metashape, ArcGis 10.2. Применение БПЛА позволяет провести детальную оценку масштаба проявления процесса, выделить его линеаменты и контуры (рис. 1).



Рис. 1. Строение активного техногенного оползня по автодороге на горнолыжный комплекс «Аджигардак», Ашинский участок Челябинской области (снимок БПЛА). Фото здесь и далее А.А. Худякова

Fig. 1. The structure of an active man-made landslide along the highway to the “Adzhigardak” ski resort, Ashinsky site of the Chelyabinsk Region (UAV image). Hereinafter, photos by A.A. Khudyakov

Опасные экзогенные геологические процессы на территории УФО

Гравитационные процессы (оползни, обвалы, осыпи) наблюдаются на территории всех субъектов УФО. Техногенные оползни, обвально-осыпные процессы широко развиты на территории Свердловской области (Еловский и Липовский никелевые карьеры). В Челябинской области ярким примером является Копейский отработанный угольный разрез, сложенный неустойчивыми к выветриванию терригенными отложениями, в процессе его «мокрой» ликвидации. Как показали результаты ГМСН 2020 г., региональная активность гравитационного комплекса процессов изменялась в широких пределах: от очень высокой (Западно-Сибирский регион) до низкой (Уральский регион).

Ярким примером очень высокой активности служит Верхне-Иленский участок Свердловской области, на котором в 2020 г. активизировался оползневый процесс в бассейне р. Ница (рис. 2). Для определения скорости оползневого процесса пункты наблюдений на крупных проявлениях процесса в Свердловской, Курганской и Челябинской областях

в 2018–2019 гг. оборудованы реперной сетью с обеспечением ежегодной планово-высотной привязки с точностью 0.003–0.02 м.

Наблюдения за процессом *овражной эрозии* в границах УФО в 2020 г. проведены на 20 участках, 18 из которых расположены в Западно-Сибирском инженерно-геологическом регионе (рис. 3). Региональная активность овражной эрозии варьирует от низкого и среднего уровня на площади горноскладчатого Урала до высокого – на территории Западной Сибири, что вполне коррелирует с метеорологическими данными.

Карстово-суффозионные процессы на территории УФО распространены крайне неравномерно и приурочены к районам развития карбонатных и сульфатных пород. Свердловская и Челябинская области расположены в пределах Предуральской, Западно-Уральской, Центрально-Уральской, Тагило-Магнитогорской, Северо-Уральской и Восточно-Уральской карстовых провинций. Активность карстово-суффозионного комплекса с запада на восток варьировала от среднего уровня в Предуральской карстовой провинции (рис. 4) до высокого в Западно-Уральской (Нижнесер-



Рис. 2. Активизация оползневого процесса на Верхне-Иленском участке в Свердловской обл. Вид на бровку отрыва 26.10.2020 (слева) и 08.06.2021.

Fig. 2. Activation of the landslide process at the Verkhne-Ilensky site in the Sverdlovsk Region. View of the edge of the separation, left – 26.10.2020, right – 08.06.2021.

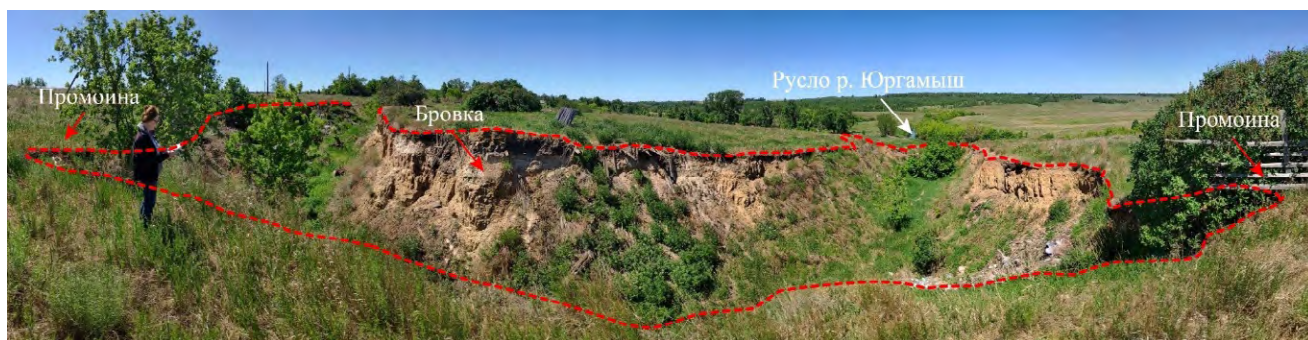


Рис. 3. Проявление овражной эрозии на Орловском участке в Курганской области (Западно-Сибирский регион).

Fig. 3. The manifestation of gully erosion at the Orlovsky site in the Kurgan Region (West Siberian Region).



Рис. 4. Южная активная часть карстовой котловины на территории Красноуфимского участка Свердловской области (снимок БПЛА).

Fig. 4. The southern active part of the karst basin on the territory of the Krasnoufimsky site of the Sverdlovsk Region (UAV image).

гинский участок). А далее на восток снижалась до среднего уровня в Тагило-Магнитогорской и Восточно-Уральской карстовых провинциях (Янгельский и Каменский участки).

Учитывая историю развития Урала, в настоящее время серьезную угрозу безопасности населения и хозяйственной деятельности человека представляет *оседание и обрушение земной поверхности над подземными горными выработками*. В Свердловской области это Северо-Уральские бокситовые рудники, шахты Тагило-Кушвинской группы место-

рождений, Крылатовское золоторудное, Левихинское и Дегтярское отработанные медноколчеданные месторождения и некоторые другие геологические объекты. На территории Челябинской области это практически полностью отработанные угольные месторождения в районе городов Челябинск–Копейск–Коркино.

Структурированный массив данных ГМСН ЭГП

В системе государственного мониторинга получаемые сведения организованы в ведомственные региональные информационно-аналитические базы данных, представленные в виде специализированных структурированных массивов данных (СМД) в подсистеме «опасные ЭГП».

СМД ГМСН ЭГП содержит информацию о проявлениях опасных экзогенных геологических процессов (паспорта проявлений), технологических объектах мониторинга (паспорта технологических объектов), случаях воздействий ЭГП на населенные пункты, линейные сооружения и земли различного назначения (учетные карточки воздействий), а также данные режимных наблюдений на технологических объектах мониторинга (рис. 5). Все точки обеспечены координатной привязкой с точностью до 1 м и совмещены с картографическим материалом, в подсистеме предусмотрен блок, позволяющий



Рис. 5. Разделы структурированного массива данных ГМСН ЭГП.

Fig. 5. Sections of the structured data array of the SMSS EGP.

осуществлять работу с электронной картой. Ведется работа над повышением точности координатной привязки геодинимических данных путем использования профессионального геодезического оборудования.

Работа с программой осуществляется с помощью экранных форм обработки данных. Элементами управления могут выступать наборы кнопок на панели инструментов, строки меню, пиктограммы, древовидные списки, переключатели.

Модуль «Поиск» предназначен для формирования сложных запросов при поиске информации в системе с возможностью создания произвольных выборок и отчетов из базы данных. Предусмотрено создание следующих отчетов: каталог проявлений ЭГП; справка о проявлении ЭГП; справка о технологическом объекте; сводные данные о воздействии ЭГП на населенные пункты и др. Вывод отчетов производится в виде таблиц Excel.

В блоках «Паспорта проявлений», «Технологические объекты» и «Воздействия ЭГП» предусмотрена форма «Документы», где находятся текстовые файлы в формате Microsoft Word, Excel. Форма «Изображения» предназначена для хранения фотографий, что способствует наглядности представления результатов. Форма «Геология» содержит послойную стратиграфо-генетическую и литологическую характеристики типового геологического разреза на территории, включающей как площадь проявления ЭГП, так и сопредельные с ней. В форму в виде таблицы включен геологический разрез начиная от земной поверхности.

В системе предусмотрено создание паспортов 6 видов проявлений (см. рис. 5). Для обвалов, осыпей, суффозионного, термокарстового процессов, процессов подтопления, оседания

и обрушения поверхности над горными выработками, солифлюкции, дефляции СМД ГМСН «опасные ЭГП» ведутся и пополняются по форме 1.4.1 в формате Excel (см. табл. 2).

С 2011 по 2020 г. в базе данных ГМСН ЭГП по УФО создано более тысячи паспортов проявлений, в том числе около 50 по Курганской, 300 – Свердловской, 450 – Тюменской, 150 – Челябинской областям, 40 – по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югра и около 150 – по территории Ямало-Ненецкого автономного округа. В целом по УФО содержатся данные о 1480 проявлениях опасных ЭГП (табл. 2).

Блок СМД ГМСН ЭГП «Технологические объекты» по субъектам УФО содержит материалы о регулярной наблюдательной сети, которые ежегодно вносятся во вкладку «Данные наблюдений», также есть вкладки по фотоматериалам, документации и количественной оценке динамики процесса. С технологическими объектами связаны паспорта проявлений. В настоящее время в блоке находится 92 объекта.

Блок СМД ГМСН ЭГП «Воздействия ЭГП» содержит 166 объектов. Учет воздействий ЭГП ведется по трем типам объектов: населенный пункт (64.5 %), линейное сооружение (30.1 %), земли (5.4 %). Основное количество объектов (47 %) находится в базе Тюменской области.

Начальный этап формирования массива данных проходил с 2011 по 2014 г., далее СМД ГМСН ЭГП пополнялся (рис. 6). Максимальные объемы информации сформированы по Тюменской и Свердловской областям.

На диаграмме (рис. 7) представлены различные генетические типы процессов, внесенных в СМД ГМСН ЭГП по УФО. Наибольшую долю занимают овражная эрозия (28 %), проявления карстово-суффозионного (22 %) и оползневого (16 %) процессов.

Таблица 2. Наполнение разделов СМД ГМСН ЭГП по субъектам УФО по состоянию на 01.01.2021 г.

Table 2. Filling in the sections of the SDA of the SMSS EGP for the subjects of the Ural Federal District as of 01.01.2021

Субъект РФ	Количество				
	Паспорта проявлений	Форма 1.4.1	Всего проявлений	Технологические объекты	Воздействия ЭГП
Курганская область	49	108	157	15	11
Свердловская область	300	106	406	44	15
Тюменская область	473	16	489	6	76
Челябинская область	150	15	165	15	13
ХМАО–Югра	40	41	81	4	25
ЯНАО	147	35	182	8	26
Итого по УФО	1159	321	1480	92	166

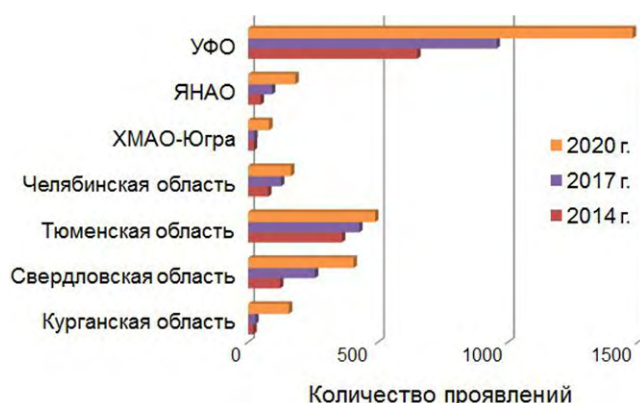


Рис. 6. Динамика накопления информации в СМД ГМСН ЭГП по УФО.

Fig. 6. Dynamics of information accumulation in the structured data arrow of SMSS EGP for the UFD.

Пополнение массива данных происходит в основном благодаря плановым инженерно-геологическим обследованиям, охватывающим основные типы опасных ЭГП, которые определяются по выявленным участкам активизации ЭГП, по данным дешифрирования космоснимков, со спутников «Sentinel» и «Maxar Technologies», по ответам из муниципалитетов.

Эксплуатация СМД ГМСН ЭГП позволяет сократить сроки выполнения таких операций, как учет проявлений геологических процессов, подготовку регламентных и отчетных документов, таблиц для построения актуализированных дежурных карт, и унифицировать структуру, содержание, форматы и формы хранения, накопления и представления данных при ведении ГМСН. Ведение СМД ГМСН ЭГП по территориям шести субъектов Российской Федерации включает ежеквартальную подготовку актуализированных баз данных.

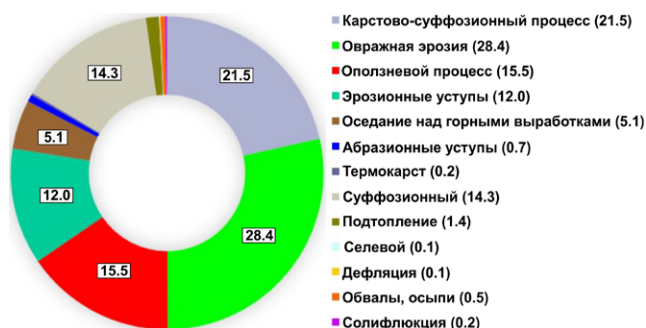


Рис. 7. Генетические типы опасных ЭГП на территории Уральского федерального округа в СМД ГМСН ЭГП по состоянию на 01.01.2021 г. (в %).

Fig. 7. Genetic types of dangerous EGP on the territory of the Ural Federal District in the SDA of the SMSS EGP as of 01.01.2021 (in %).

Заключение

В составе государственного мониторинга состояния недр изучение опасных экзогенных геологических процессов представляет собой систему регулярных наблюдений, обработки, анализа информации для оценки состояния среды и прогноза ее изменений. Информационно-аналитическая база данных ГМСН экзогенных геологических процессов содержит сведения о распространении и развитии проявлений ЭГП на территории Уральского федерального округа. За 11 лет в ней накоплено более 1100 паспортов проявлений различных генетических типов опасных ЭГП в разнообразных природных и природно-техногенных условиях. Эксплуатация информационно-аналитической базы данных ГМСН ЭГП позволяет выполнять учетные, аналитические, отчетно-статистические функции, сократить время подготовки регламентных и отчетных документов, таблиц для построения карт пораженности территорий и активизации процессов ЭГП. В целом наращивание информационной базы в перспективе важно для повышения достоверности сезонных и годовых прогнозов развития опасных экзогенных геологических процессов в регионе.

С 2020 г. актуальная информация по активным геологическим процессам отражается на ведомственной интерактивной карте, работающей в on-line режиме на электронном ресурсе учреждения (<http://geomonitoring.ru:13159>). Информационная продукция мониторинга опасных ЭГП (сводки, прогнозы), созданная с помощью СМД ГМСН ЭГП, рассылается в Роснедра, Главные управления МЧС России по субъектам РФ, Росводресурсы, Росгидромет, Департамент по недропользованию по УФО, правительства субъектов Российской Федерации.

Ведение СМД ГМСН ЭГП необходимо продолжать и развивать, используя новые современные способы получения информации (фотометрия и технологии LIDAR с применением БПЛА; использование приборов Logger LPC-ZB-T-S для измерения горизонтальных смещений тела оползня, и т.д.), добываясь точности координатной привязки объектов наблюдения.

Список литературы

1. Бродягин В.В. **2000**. Создание и сопровождение баз данных в геологии. *Вестник ПНИПУ. Геология. Нефтегазовое и горное дело*, 3: 35–41.
2. Гизатуллин Р.З., Анищик В.В. **2017**. Базы данных как основа работы геологического направления. *ПРОНЕФТЬ. Профессионально о нефти*, 3(5): 76–79.
3. Грязнов О.Н. **2017**. *Инженерно-геологические условия Урала*. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 240 с.
4. *Инженерная геология СССР: в 8 т. 1978. Т. 5. Алтай, Урал*. М.: Изд-во Москов. ун-та, 219 с.
5. *Информационный бюллетень о состоянии недр Уральского федерального округа Российской Федерации за 2019 год* (ред. С.Н. Елохина). **2020**. Вып. № 20. Екатеринбург: Гидроспецгеология, 321 с.

References

1. Brodyagin V.V. **2000**. [Creation and maintenance of databases in geology]. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil and gas and mining*, 3: 35–41.
2. Gizatullin R.Z., Anishchik V.V. **2017**. [Databases as the basis of the work of the geological direction]. *PRONEFT. Professionally about oil*, 3(5): 76–79.
3. Gryaznov O.N. **2017**. *Inzhenerno-geologicheskie usloviya Urala* [Engineering and geological conditions of Ural]. Ekaterinburg: Izd-vo UGGU, 240 p.
4. *Inzhenernaya geologiya SSSR* [Engineering geology of the USSR]. **1978**. Vol. 5. *Altay, Ural*. Moscow: Izd-vo Moscow Univers., 219 p.
5. *Informatsionnyy byulleten' o sostoyanii nedr Ural'skogo federal'nogo okruga Rossiyskoy Federatsii za 2019 god* [Informational bulletin on the subsurface state of the Ural Federal District of the Russian Federation for 2019] (ed. S.N. Elokhina). **2020**. Iss. 20. Ekaterinburg: Gidrospetsgeologiya, 321 p.

Об авторах

ЕЛОХИНА Светлана Николаевна (<https://orcid.org/0000-0002-8641-5439>), доктор геолого-минералогических наук, директор филиала «Уральский региональный центр ГМСН» ФГБУ «Гидроспецгеология», Екатеринбург, elohina@gmsn.ru

МЫЗНИКОВА Татьяна Станиславовна (<https://orcid.org/0000-0002-2386-9695>), специалист I категории, региональный отдел мониторинга и прогноза состояния подземных вод и опасных геологических процессов, Уральский региональный центр ГМСН, Екатеринбург, myznikova@gmsn.ru

ХУДЯКОВ Александр Анатольевич (<https://orcid.org/0000-0002-3129-9872>), специалист I категории, региональный отдел мониторинга и прогноза состояния подземных вод и опасных геологических процессов, Уральский региональный центр ГМСН, Екатеринбург, hudyakov@gmsn.ru

About the Authors

ELOKHINA Svetlana N. (<https://orcid.org/0000-0002-8641-5439>), Doctor of Geology and Mineralogy, Director of the branch “Ural Regional Center of State Mining Inspectorate” of the Federal State Budgetary Institution “Hydrospecsgeology”, Ekaterinburg, elohina@gmsn.ru

MYZNIKOVA Tatyana S. (<https://orcid.org/0000-0002-2386-9695>), Specialist of the I category, Regional department for monitoring and forecasting the state of groundwater and hazardous geological processes, Ural Regional Center of the State Mining Inspectorate, Ekaterinburg, myznikova@gmsn.ru

KHUDYAKOV Alexander A. (<https://orcid.org/0000-0002-3129-9872>), Specialist of the I category, Regional department for monitoring and forecasting the state of groundwater and hazardous geological processes, Ural Regional Center of the State Mining Inspectorate, Ekaterinburg, hudyakov@gmsn.ru