

Е. А. СИНЬКОВА, О. В. ПЕТРОВ, А. И. ХАНЧУК, С. С. ШЕВЧЕНКО,
В. В. СНЕЖКО, В. О. ХАЛЕНЕВ, И. Н. БУЧНЕВ, С. А. СЕРГЕЕВ (ВСЕГЕИ)

Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России — базовый информационный ресурс для геологической отрасли страны

Настоящий атлас представляет собой непрерывно пополняющуюся сводку определений изотопного возраста горных пород, руд и минералов U-Pb, Pb-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Re-Os, K-Ar, Ar-Ar и другими методами с географической привязкой к картографируемым подразделениям серийных легенд Госгеолкарт-1000/3 и -200/2. Ресурс в ГИС-формате содержит результаты для территории РФ, полученные на современном аналитическом уровне в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ, а также в других изотопных лабораториях, опубликованные в рецензируемых отечественных и зарубежных периодических изданиях начиная с 2002 г. Геохронологические данные сопровождаются подробной петрологической и геохимической информацией. Для удобства ссылок на конкретные датировки ресурс также структурирован по годам получения новых геохронологических данных (сейчас не менее 500 в год) в форме ежегодных геохронологических бюллетеней ВСЕГЕИ (за 2013–2022 гг.). К настоящему времени база данных Атласа содержит около 9 тыс. релевантных датировок, из которых около 70 % получено в Центре изотопных исследований ВСЕГЕИ, остальные — в изотопных лабораториях РАН, вузов и зарубежных центрах.

Ключевые слова: интернет-ресурсы, электронная база данных, геохронология, методы изотопного датирования, картографируемые подразделения, прогнозная оценка, геохронологический атлас-справочник, геохронологический бюллетень.

E. A. SIN'KOVA, O. V. PETROV, A. I. KHANCHUK, S. S. SHEVCHENKO,
V. V. SNEZHKO, V. O. KHALENEV, I. N. BUCHNEV, S. A. SERGEEV (VSEGEI)

Geochronological Atlas of Major Structural and Petrological Complexes of Russia: basic information resource for the domestic geological industry

Geochronological Atlas of Major Structural and Petrological Complexes of Russia is a continuously updated summary of determinations of the isotopic age of rocks, ores and minerals using U-Pb, Pb-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Re-Os, K-Ar, Ar-Ar and other methods with geo-reference to mapped subdivisions of serial legends to the State Geological Maps-1000/3 and -200/2. The GIS resource contains results for the area of the Russian Federation obtained at the up-to-date analytical level at the VSEGEI Center of Isotope Research, as well as in other isotope laboratories, published in peer reviewed domestic and foreign periodicals since 2002. Geochronological data are accompanied by detailed petrological and geochemical information. For the convenience of references to specific datings, the resource is also structured according to the years of new geochronological data acquisition (at present, at least 500 per year) in the form of annual geochronological bulletins of VSEGEI (for 2013–2022). To date, the Atlas database contains about 9000 relevant datings, of which about 70 % were obtained at the VSEGEI Center of Isotope Research and about 30 % at isotope laboratories of the Russian Academy of Sciences, universities and foreign centers.

Keywords: Internet resources, electronic database, geochronology, isotope dating methods, mapped subdivisions, predictive assessment, Geochronological Atlas, geochronological bulletin.

Для цитирования: Синькова Е. А. Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России — базовый информационный ресурс для геологической отрасли страны / Е. А. Синькова, О. В. Петров, А. И. Ханчук, С. С. Шевченко, В. В. Снежко, В. О. Халенев, И. Н. Бучнев, С. А. Сергеев // Региональная геология и металлогения. — 2022. — № 90. — С. 5–14. DOI: 10.52349/0869-7892_2022_90_5-14

Введение. Цель настоящей публикации — ознакомление широкой геологической общественности с важным информационным ресурсом, созданным во ВСЕГЕИ.

Ни в СССР, ни в России никогда ранее не было единой электронной базы данных (ЭБД) в области геохронологии с точной привязкой к картографируемым подразделениям серийных легенд

Госгеолкарты масштаба 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000, хотя таковые давно существуют за рубежом, в странах с развитыми геологическими службами (в Канаде — The Atlas of Canada — Canadian Geochronology Knowledgebase — <https://atlas.gc.ca/geochron>, США — National Geochronological Database from the continental US and Alaska — <https://mrdata.usgs.gov/geochron>, Австралии — <https://www.ga.gov.au/geochron-sapub-web/geochronology> и др.). Результаты геохронологического исследования являются основой для определения абсолютного возраста картографируемых геологических объектов и создания структурно-вещественных шкал последовательности событий.

Обзор и анализ имеющихся геохронологических данных необходим для постановки работ по уточнению и/или изменению серийных легенд, корреляции геодинамических и металлогенических событий, оценки перспектив размещения на изучаемых территориях конкретных видов полезных ископаемых.

За последние двадцать лет в результате геохронологических работ, выполненных в рамках объектов по составлению Государственных геологических карт масштаба 1 : 200 000 и 1 : 1 000 000, научно-исследовательских и тематических работ по заданиям Роснедра во ВСЕГЕИ, собран огромный фактический материал — тысячи определений возраста пород, руд и минералов, который аккумулируется в закрытых фондовых отчетах, комплексах изданных листов Госгеолкарт, сопровождающих их базах данных и открытых публикациях. Эти данные фактически не использовались из-за труднодоступности, несистематизированности и отсутствия экспертной оценки их достоверности. В геологических институтах РАН (ИГГД, ИГЕМ, ГЕОХИ, ИГ КНЦ, КарНЦ, ДВ и СО РАН и др.) также проводилось геохронологическое датирование пород различными методами. Эти результаты, опубликованные в многочисленных периодических изданиях и относящиеся к объектам ГГК, нуждаются в систематизации и оценке их валидности.

В 2013 г. во ВСЕГЕИ впервые в России был создан электронный «Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России» как базовый ресурс для решения задач создания Госгеолкарты-1000/3 и -200/2 и прогнозно-поисковой оценки территории Российской Федерации. Атлас представляет собой единую сводку датировок U-Pb, Pb-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Re-Os, K-Ar, Ar-Ar и др. методами горных пород, руд и минералов в рамках ГИС-проекта, работающего сейчас на основе Геологической карты России и прилегающих акваторий масштаба 1 : 2 500 000 (С. И. Стрельников, 2016, <http://vsegei.ru/ru/info/atlas/geol/>).

Начало работ по созданию такого геохронологического ресурса было обусловлено тем, что ВСЕГЕИ располагает единственной в России аккредитованной изотопной лабораторией — Центром изотопных исследований (ЦИИ), проводящим все виды изотопно-геохронологиче-

ских работ для нужд природоресурсного комплекса на аналитическом оборудовании, внесенном в Государственный реестр средств измерений. ЦИИ имеет штат высококлассных специалистов в области изотопных исследований, что наряду с производством легитимных геохронологических результатов позволяет ему проводить компетентную экспертную оценку, разбраковку данных для атласа и предлагать научно-практические рекомендации по имплементации изотопных аналитических результатов. Так, веб-интерфейс атласа содержит такие важные теоретические разделы, как:

- обзор современных методов изотопной геохронологии, включающий описание методов датирования, технологии проведения изотопных анализов, основы интерпретации полученных данных;

- рекомендации по эффективному использованию U-Pb датировок локальным методом SIMS на инструменте SHRIMP II в ЦИИ ВСЕГЕИ;

- рекомендации по отбору и подготовке образцов для геохронологических исследований различными методами: общие требования к образцам, особенности отбора проб из разных типов пород для изучения процессов магматизма, метаморфизма, метасоматоза или диагенеза;

- критерии достоверности результатов геохронологических определений;

- рекомендации по эффективному использованию уран-свинцовых датировок по циркону локальным методом SIMS (вторично-ионная масс-спектрометрия) на инструменте SHRIMP II (чувствительный высокоразрешающий ионный микрозонд второго поколения);

- рекомендации по оценке геологической значимости и эффективному использованию геохронологических данных для магматических, метаморфических, осадочных пород (включающих захваченные цирконы);

- руководство пользователя геохронологического атласа.

Для демонстрации актуальных геохронологических достижений за текущий год с 2013 г. во ВСЕГЕИ публикуется электронный «Ежегодный геохронологический бюллетень», который содержит сведения о результатах геохронологических датировок картографируемых подразделений ГГК, полученных за год, с прямым выходом на геохронологический атлас-справочник. Начиная с 2016 г. этот Бюллетень содержит два подраздела: данные ЦИИ и данные остальных изотопных лабораторий, что отражает масштаб и пространственный охват геохронологических исследований в ЦИИ ВСЕГЕИ.

«Геохронологический атлас-справочник» и «Ежегодный геохронологический бюллетень», а также другие методические руководства по использованию ресурса и интерпретации данных размещены в варианте открытого интернет-доступа на официальном сайте ВСЕГЕИ в разделе «Информационные ресурсы» (<http://www.vsegei.ru/ru/info/geochron-atlas/> и <http://geochron.vsegei.ru/>

соответственно), что обеспечивает возможность их широкого использования в геологической практике как для специалистов-геологов, так и студентов горно-геологического профиля.

Экспертная оценка достоверности геохронологических данных. Достоверное определение возраста конкретных геологических событий (магматическая кристаллизация, метаморфизм, осадкообразование, рудообразование и т. д.) зависит от правильного выбора одного или нескольких из существующих методов датирования (изотопной системы) применительно к правильно идентифицированному и отобранному для исследования веществу (минерал, рудный компонент), возникшему в соответствующем геологическом процессе. Поэтому каждая единичная геохронологическая датировка — это нетривиальное исследование, требующее совмещения усилий специалистов различного профиля — петрологов, минералогов, химиков, физиков и геологов. Система менеджмента качества ЦИИ ВСЕГЕИ обеспечивает соблюдение этих условий. При использовании же данных, полученных в других лабораториях, требуется экспертиза результатов на предмет выполнения всех требований к пробоотбору и аналитическим процедурам.

На первом этапе создания ЭБД «Геохронологического атласа-справочника» проводился сбор, обобщение, анализ, унификация геохронологических данных, полученных в ЦИИ ВСЕГЕИ и др. лабораториях для объектов ГГК-1000/3 и -200/2 по материалам объяснительных записок, научных отчетов и статей в научных отраслевых и академических журналах, таких как: «Доклады РАН», «Петрология», «Геология рудных месторождений», «Стратиграфия. Геологическая корреляция» и др., опубликованных начиная с 2002 г. Собраны датировки по картографируемым подразделениям территории Российской Федерации, включая последние сведения по арктическому шельфу, районам Прибайкалья, Западного Забайкалья и приграничных территорий (Казахстан, Монголия, районы Кавказа), а также п-ова Ямал, Гыданского полуострова, Обской губы, Дальнего Востока, побережья Охотского моря, Камчатки, о. Сахалин и др. территорий. Отбракован большой объем неадекватных К-Аг валовых датировок вулканитов (Большой Кавказ, Северная Осетия и Срединный хребет Камчатки, Орловский вулкан) из литературных данных. Большинство релевантных датировок получено U-Pb методом (SIMS и TIMS), в меньшем количестве — Rb-Sr, Re-Os, Sm-Nd, U-Th, Lu-Hf, ^{40}Ar - ^{39}Ar , K-Ar, C^{14} , ОСЛ и др. Все данные, независимо от того, в какой лаборатории они получены, прошли проверку на соответствие критериям достоверности результатов геохронологических определений, разработанным в ходе работы над атласом.

При обработке и анализе геохронологической информации на всех этапах работ и при создании ЭБД были приняты во внимание следующие параметры [1; 2]:

1. Современные данные об устойчивости различных изотопных систем к температурам закрытия изотопных систем в различных минералах. Не учитывались многие валовые датировки по породам, поскольку в случае классических изохронных методов (Rb-Sr, Sm-Nd, Re-Os), как правило, из-за недостаточного разделения анализируемых первичных и вторичных минералов, получаются псевдоизохроны, представляющие собой линии смешения, по которым формальный расчет значения возраста геологического смысла не имеет. В случае K-Ar и Ar-Ar методов валовый анализ дает усредненные значения возраста, поскольку различные минералы имеют существенно различные температуры закрытия — от 200 до 450 °С. При интерпретации данных этих методов геологический смысл имеют датировки по мономинеральным фракциям с температурой закрытия более 400 °С (амфиболу, биотиту, флогопиту, мусковиту и санидину).

2. Рассматривались только аналитические данные, полученные в высокорепутационных лабораториях РАН и вузов, а также в единственной в РФ лаборатории, имеющей с 2003 г. государственную аккредитацию и сертификат соответствия Росстандарта — ЦИИ ВСЕГЕИ. Признано, что нецелесообразна систематизация неполных данных или данных неясного происхождения, где неизвестны ни параметры использованной аналитической аппаратуры, ни особенности системы пробоподготовки, ни бланки химических процедур, ни воспроизводимость изотопных и концентрационных стандартов.

3. Во многих случаях, особенно в метасоматически измененных породах, содержатся как реликтовые минералы исходной породы, так и новообразованные минералы, в ряде случаев многофазные. При изохронном датировании Rb-Sr, Sm-Ns, Lu-Hf методами совокупность аналитических данных по первичным и вторичным минералам в принципе не может дать изохронной (линейной) зависимости, поэтому в ЭБД нами приводятся варианты расчета с разным набором минералов. Однако для того, чтобы такие данные было бы возможно адекватно интерпретировать, в ЭБД целесообразно приводить все возможные варианты с указанием минералов, участвующих в построении изохроны. Специалист-пользователь имеет возможность сам профессионально оценить, какие минеральные ассоциации являются равновесными и какой стадии геологических процессов они соответствуют.

4. В настоящем атласе не рассматриваются датировки самых низкотемпературных наложенных событий (менее 150 °С), тем более что используемые для этого методы, например U-Th-He, требуют дальнейшей методической разработки.

5. На сегодня с повсеместным переходом к локальным методам исследования U-Pb TIMS датировки по многозерновым навескам циркона с их химическим разложением и усреднением изотопной системы ушли в прошлое, хотя существует большой объем данных, на которые ссылаются

пояснительные записки к картам и научные статьи. Мы полагаем, что включать такие данные в атлас нецелесообразно, поскольку практически всегда даются усредненные значения возраста, не имеющие геологического смысла. Это не относится к очень редким U-Pb TIMS датировкам по единичным кристаллам минералов.

6. Среди локальных геохронологических методов целесообразно в приоритетном порядке учитывать данные SIMS, в то время как данные LA-ICP-MS, как правило, имеют существенную погрешность измерения и могут быть применимы в основном для статистического анализа распределения возраста источников сноса по детритовым цирконам и рутилам из осадочных пород и россыпей.

7. Следует максимально критически относиться к датировкам по цирконам ультраосновных и основных пород: эти породы содержат аллохтонные цирконы различных возрастов и различного происхождения, а автохтонные цирконы могут отсутствовать вовсе из-за недосыщения расплава кремнеземом (автохтонным минералом циркония является бадделейт). Поэтому такие возрастные данные можно рассматривать только если есть дополнительные геохимические или изотопные данные, доказывающие автохтонную природу циркона в вышеуказанных породах.

8. Для осадочных пород в атласе указывается предел возможного возраста осадконакопления, который моложе самого молодого детритового циркона.

9. Для метаморфических пород по возможности приводится оценка возраста протолита, который устанавливается по ядрам многокомпонентных цирконов и всегда древнее возраста метаморфических генераций цирконов.

В целом при наполнении ЭБД атласа нами были отбракованы около 20 % исходных данных по следующим критериям:

- Модельные возраста, которые получены по образцам породы в целом K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd методами как имеющие слишком много неопределенностей.

- Присутствуют очевидные признаки «загрязненности» пробы посторонними цирконами в ходе сепарационных процедур (например, из-за неочищенной от предыдущего образца дробилки).

- Данные представляют собой «эрохроны», т. е. псевдоизохроны с величиной СКВО >10.

- Датировки по монациту, полученные полуквантитативным методом.

- Данные по детритовым цирконам из пород зон надвигов, меланжа и т. п. и результаты со степенью дискордантности >5 %.

- Для значений U-Pb возрастов принимаются результаты либо в виде представительного конкордантного кластера, либо математически безукоризненной изохроны.

- При интерпретации данных метода ^{40}Ar - ^{39}Ar принимались во внимание лишь возрастные спектры с «плато», т. к. интегральные возрасты не имеют геологического смысла.

- Данные по радиоуглеродному методу (^{14}C и ^{14}C -ams), ОСЛ и неравновесию урановых рядов учитывались при погрешности измерений <20 %.

- Датировки без конкретизации лаборатории, метода или полученные ранее 2002 г., не рассматривались

В 2016–2019 гг. требования к атласу, описанные в методическом разделе «Критерии достоверности геохронологических определений», были существенно актуализированы: добавлены пояснения и примеры графиков с конкордией и изохроной для различных пород; включены критерии достоверности датировок для четвертичных пород. Документ располагается на главных страницах «Геохронологического атласа-справочника» и Бюллетеня (рис. 1).

Все геохронологические данные сведены в Единую базу с использованием программы редактирования данных (GeochronDB), разработанной в Центре информационных технологий ВСЕГЕИ, с разделами, по которым осуществляется тематический поиск. Эта база данных на март 2022 г. содержит информацию по различным объектам датирования на территории РФ, к которым относятся около 9 тыс. геохронологических определений, включая сведения из научных журналов за 2002–2021 гг. Ежегодно фиксируется 1500–2000 обращений пользователей к «Геохронологическому атласу-справочнику основных структурно-вещественных комплексов России», что определенно свидетельствует о широкой востребованности такого ресурса.

Для конкретизации объектов датирования и интерпретации полученных результатов в описание многих образцов включены дополнительные сведения: геологический паспорт объекта, фотографии цирконов; табличные файлы в Excel, полученные из лабораторий, сведения о химическом составе по микро- и макроэлементам, описание шлифов и др., а также сканы из литературных источников в виде загруженных в систему файлов (рис. 2).

Проектирование, программирование и структурирование ЭБД и ГИС-проекта «Геохронологического атласа-справочника». Атлас реализован как Информационная система (ИС), включающая ЭБД, интерфейсы ввода и редактирования данных, технологический блок для реализации интернет-представления материалов из ЭБД и блок администрирования ИС.

При создании атласа сотрудниками центра информационных технологий ВСЕГЕИ анализировались отечественные и зарубежные информационные системы в геологической сфере и других областях знаний (геологических служб Норвегии – BEDROCK N250, BEDROCK N50; Австралии – Geochronology, академических и образовательных учреждений США и др. стран). В итоге платформой для разработки атласа и Бюллетеня приняли Систему управления Базами данных ORACLE 11g, которая успешно применяется во

+7 (812) 321 5706 vsegei@vsegei.ru Предыдущая версия сайта

ИНСТИТУТ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИНФО-РЕСУРСЫ ПУБЛИКАЦИИ МЕРОПРИЯТИЯ УСЛУГИ

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского

Главная > Информационные ресурсы > geochron-atlas

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

- Государственная геологическая карта России
- База данных Государственных геологических карт
- Цифровые каталоги ГТК
- ГИС-пакеты оперативной геологической информации (ГИС-Атлас "Недра России")
- Нормативно-методические документы и программы ГК-200 и ГК-1000
- Цифровые географические основы
- Стратиграфическая основа ГК-200 и ГК-1000
- Карта размещения перспективных объектов РЗ
- Электронные атласы и справочники
 - Электронный словарь картографируемых стратиграфических подразделений России
 - Геохронологический атлас-справочник**
 - Ежегодный геохронологический бюллетень
- Уникальные геологические объекты России
- Международные картографические проекты
- Актуальный список доступных

Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России

2015 год

Редакционная коллегия: О.В. ПЕТРОВ – главный редактор (ВСЕГЕИ), А.Ф. МОРОЗОВ, Т.В. ЧЕПКАСОВА (Роснедра), С.С. ШЕВЧЕНКО (ВСЕГЕИ)

Редакторы-составители: М.А. Шишкин, Е.А. Синькова, С.А. Сергеев, К.И. Лохов, В.В. Снежко, Е.А. Коваленко, И.В. Баранов, Р.А. Яковлев, Э.И. Иванова, Д.К. Лохов, Р.И. Голоудин, И.Н. Бучнев, Е.А. Майская и др. (ВСЕГЕИ)

Авторы цифровой модели: В.В. Снежко, Е.А. Коваленко, И.В. Баранов, Р.А. Яковлев, Е.А. Синькова

В качестве геологической основы использовалась *Геологическая карта России и прилегающих акваторий, масштаб 1:2 500 000*

Атлас подготовлен во ФГБУ «ВСЕГЕИ» по Государственному контракту № АМ-02-34/34. От 06.08.2013 «Составить «Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России» как основу для решения задач Госгеолкарты-1000/3 и Госгеолкарты-200/2 и прогнозно-поисковой оценки территории Российской Федерации»

Перейти к карте
(Внимание: поддерживаются только браузеры Internet Explorer 9 и выше, а так же последние версии Chrome, FireFox, Opera. Для полноценной работы приложения может потребоваться обновить Ваш браузер до поддерживаемой версии)

Аннотация

Обзор современных методов изотопной геохронологии

Критерии достоверности результатов геохронологических определений

Рекомендации по отбору и подготовке образцов для геохронологических исследований различными методами

Руководство пользователя геохронологического атласа

Рис. 1. Веб-интерфейс главной страницы «Геохронологического атласа-справочника» (красным выделены гиперссылки для скачивания сопроводительных документов в форматах MS Word, Adobe Acrobat Reader)

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ (РОСНЕДРА)
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. А. П. Карпинского

На главную страницу

2013 г.
2014 г.
2015 г.
2016 г.
2017 г.
2018 г.
2019 г.
2020 г.
2021 г.
ЦИИ
Другие лаборатории
Поиск
Руководство пользователя

SampleID	авт.номер	Порода	Минерал	Метод	Лаборатория	Возраст
азнакаевский комплекс						
17300	N39-4	гранит	zr	U-Pb SIMS	ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ»	1979. ± 7
17302	N39-9	гранит	zr	U-Pb SIMS	ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ»	1954. ± 12
17303	N39-15-2	гранит	zr	U-Pb SIMS	ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ»	1993. ± 7
азнакаевский комплекс						
Метод:	U-Pb SIMS	Номенклатура листа:	М-39			
Порода:	гранит	Серийная легенда	ЛЕГЕНДА ЦЕНТРАЛЬНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ СЕРИИ ЛИСТОВ (2005 г.)			
Минерал:	zr	Номенклатура ГК-1000/3:	М-39			
Возраст:	1993. ± 7 млн. лет	Серийная легенда ГК-200/2:	М-39			
Лаборатория:	ЦИИ ФГБУ «ВСЕГЕИ»	Номенклатура ГК-200/2:	М-39			
Год:	2021					
Ссылка на первоисточник:	Застрожнова О.И., Орлова Т.Е., Ушакова Д.Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист М-39 (Ершов). Объяснительная записка. - СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2019. 385 с.					
Источник данных для ежегодника:	Застрожнова О.И., Орлова Т.Е., Ушакова Д.Д. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист М-39 (Ершов). Объяснительная записка. - СПб.:					

Рис. 2. Веб-интерфейс страницы «Ежегодного геохронологического бюллетеня» (красным выделены основные разделы – данные ЦИИ ВСЕГЕИ и других лабораторий)

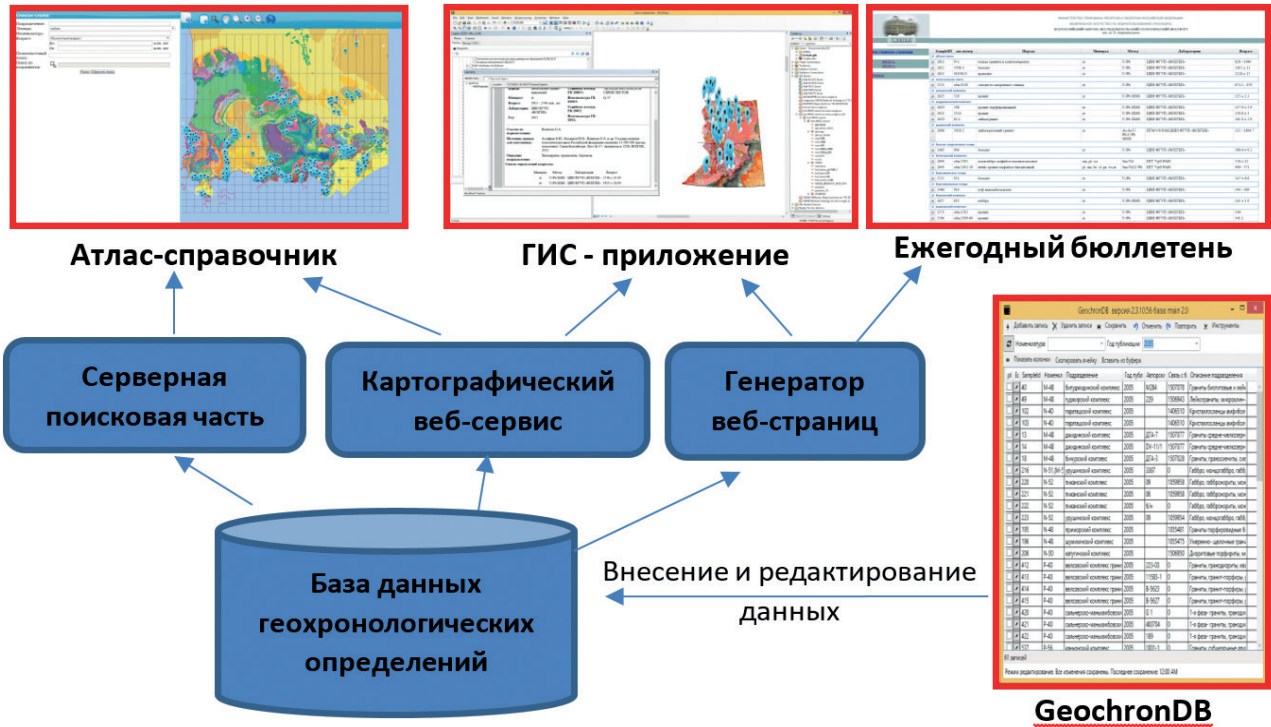


Рис. 3. Общая архитектура взаимодействия программных компонентов

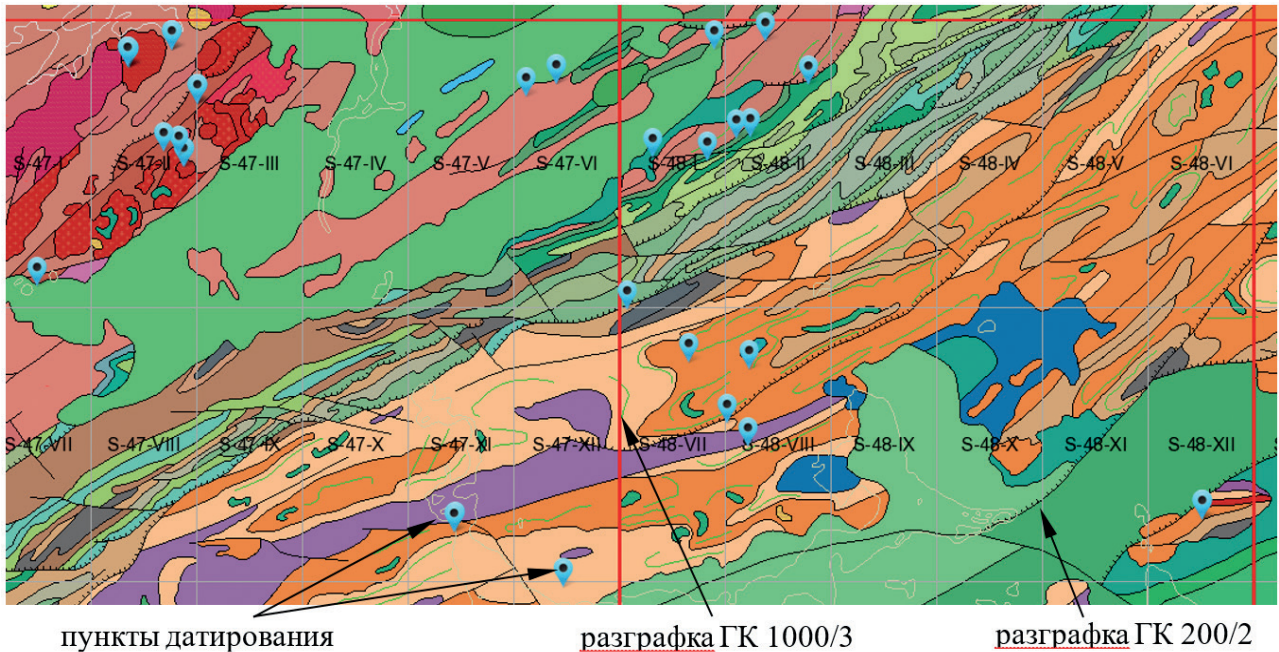


Рис. 4. Пример реализации данных «Геохронологического атласа-справочника основных структурно-вещественных комплексов России» на полотне Геологической карты России масштаба 1 : 2 500 000

ВСЕГЕИ для реализации подобных проектов. Были изучены веб-формы и веб-приложения, обеспечивающие возможность получения пространственной и фактографической информации по результатам изотопного датирования в режиме удаленного доступа [3–5].

Все отобранные, проанализированные и унифицированные данные сводились в ЭБД с использованием программы редактирования (GeochronDB), разработанной в Центре информационных технологий ВСЕГЕИ.

На всех этапах работ все проэкспертированные датировки, полученные в ЦИИ ВСЕГЕИ и других лабораториях различными методами, с привязкой к картографируемым подразделениям СЛ ГК-1000/3 и ГК-200/2 загружались в ЭБД в два этапа: 1 — загрузка SHP-файлов во временную таблицу с преобразованием формата хранения данных и пересчетом координат точек в проекцию WGS84; 2 — перегрузка данных в основную таблицу и их связывание с информацией о пункте датирования. Общий каталог определений группировался по геологическим подразделениям, отлаживался поисковый механизм, обеспечивающий фильтрацию данных по различным запросам.

В описание образцов горных пород в Базе данных включены: номенклатура листа ГГК (содержащего геохронологические данные); название геологического подразделения, объекта датирования; описание объекта датирования; авторский номер образца; название исследуемой породы, минералов (по которым проводилось датирование), метода геохронологического датирования, лаборатории; полученный абсолютный возраст в миллионах лет, включая погрешность определения; координаты пунктов опробования; ссылка на источник данных; файлы дополнительной информации.

База данных — это ядро системы *База данных — Геохронологический атлас — Ежегодный геохронологический бюллетень*. Общая архитектура взаимодействия программных компонентов представлена на рис. 3.

ГИС-проект «Геохронологического атласа-справочника» в виде веб-картографического приложения, содержащий унифицированные данные изотопного датирования, на геологической основе с увязкой объектов датирования с картографируемыми подразделениями СЛ-200–1000 содержит два основных слоя: *точечный* — указывает на местоположение объектов изотопного датирования с пространственной привязкой в виде координат в десятичных градусах, который обладает полем связи в атрибутивной таблице с ЭБД, и *площадной* — область расположения пунктов датирования (по сути, рамка листа ГГК-200 или 1000), указывает на местоположение пунктов по данным литературных источников без точных координат. Для формирования базовой картографической подложки выполнена публикация слоев Геологической карты России и прилегающих акваторий масштаба 1 : 2 500 000 как WMS-ресурса (рис. 4).

Места отбора образцов на изотопно-геохронологические определения опубликованы в виде точечного слоя, который на карте представлен в виде знаков голубого цвета с точкой внутри. На карте выводятся рамки листов номенклатурной разграфки 1 : 1 000 000, при изменении масштаба появляются рамки листов 1 : 200 000 с надписями номенклатур.

Переход к интерактивной карте атласа-справочника осуществляется через гиперссылку «Перейти к карте» (см. рис. 1), выделенную синим цветом на главной странице атласа.

С целью повышения аналитических возможностей Базы данных разработан механизм отбора образцов по свойствам породы с использованием словарной системы НГКИС (Национальной геолого-картографической информационной системы), позволяющий, например, отобрать все образцы, относящиеся к магматическим породам того или иного состава. На сегодня в атласе отлажен поисковый механизм, осуществляющий запрос геохронологических данных из ЭБД «Геохронологического атласа-справочника» по номенклатуре листа ГГК 1000/3 или 200/2; названию серийной легенды, геологического подразделения, породы; по заданному возрасту (от — до), полнотекстовому поиску (рис. 5, 6).

Следует отметить, что пункты датирования с конкретными координатами в выпадающем списке показаны точками, не обладающие таковыми (в основном литературные данные) — квадратом, а на карте зеленым цветом подсвечивается область нахождения объекта датирования. На экране во всплывающем дополнительном окне появляется полная информация о месте нахождения пункта датирования с привязкой к картографируемому подразделению, серийной легенде, петрографической характеристикой образца породы, о названии метода, минерала и др. Больше 30 % образцов в ЭБД связаны с файлами дополнительной информации, которые перечислены в подразделе «Список файлов» и доступны для чтения пользователям (рис. 6). Подобные поисковые запросы отлажены и в «Ежегодном геохронологическом бюллетене» (рис. 2).

Ежегодно ведется сквозная актуализация «Геохронологического атласа-справочника», созданы «Ежегодные геохронологические бюллетени» за 2013–2021 гг. В ЭБД с 2020 г. вносятся и новые геохронологические данные из научных статей российских авторов, опубликованных в зарубежных периодических изданиях: «Gondwana Research», «Lithos», «Geoscience Frontiers», «Precambrian Research», «Ore Geology Reviews», «Journal of Asian Earth Sciences» и др. Дополнительно включены надежные датировки и данные по изотопному составу горных пород района норильских месторождений, российскому шельфу и побережью Северного Ледовитого океана, аккреционно-коллизийных областей и областей активизации Урала, Сибири и Дальнего Востока и многих других территорий.

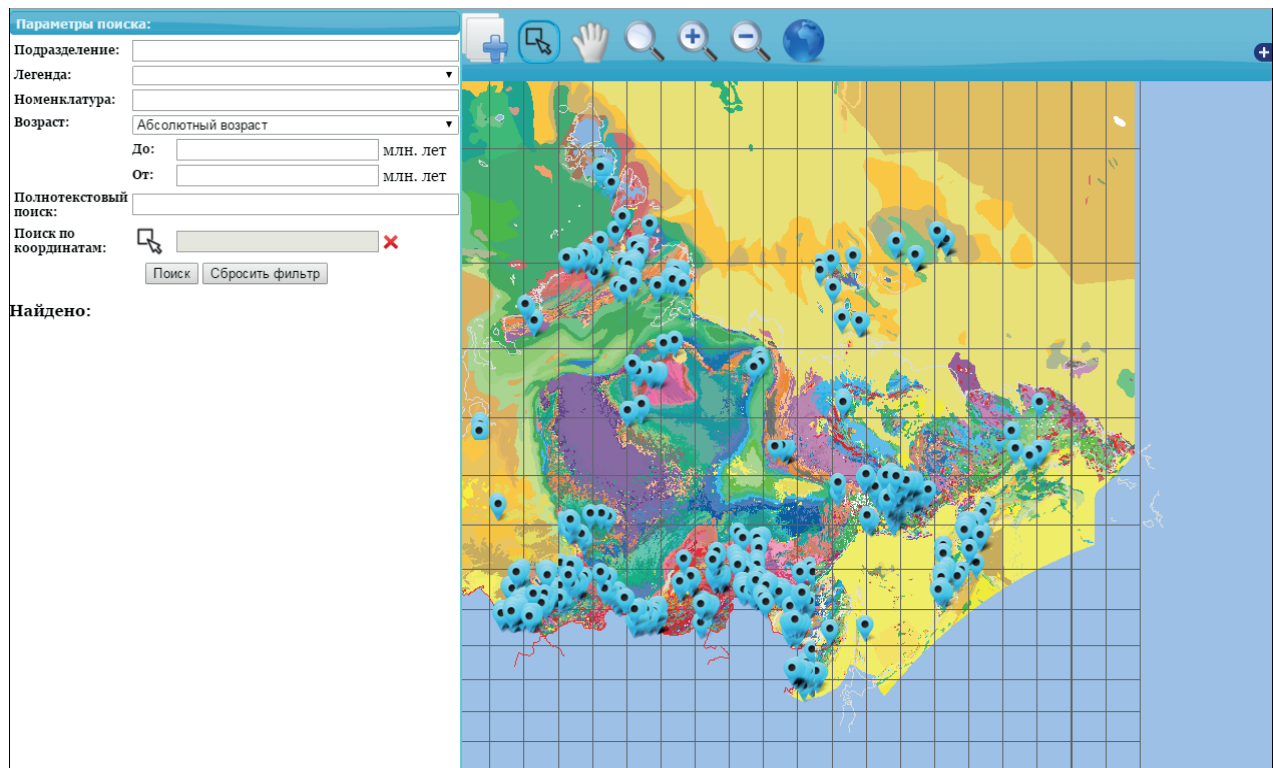


Рис. 5. Веб-интерфейс стартовой страницы «Геохронологического атласа-справочника» с развернутой панелью поисковых запросов

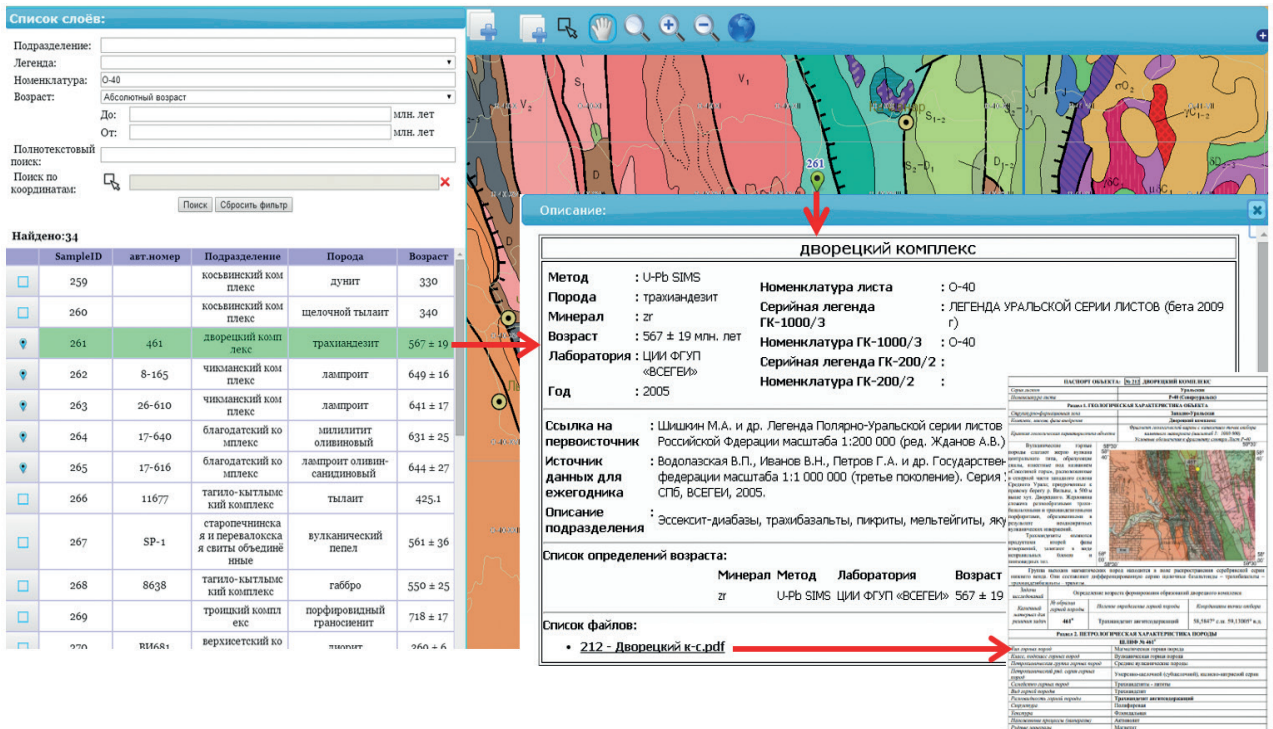


Рис. 6. Результаты поиска данных об объекте датирования по запрашиваемой номенклатуре листа ГГК

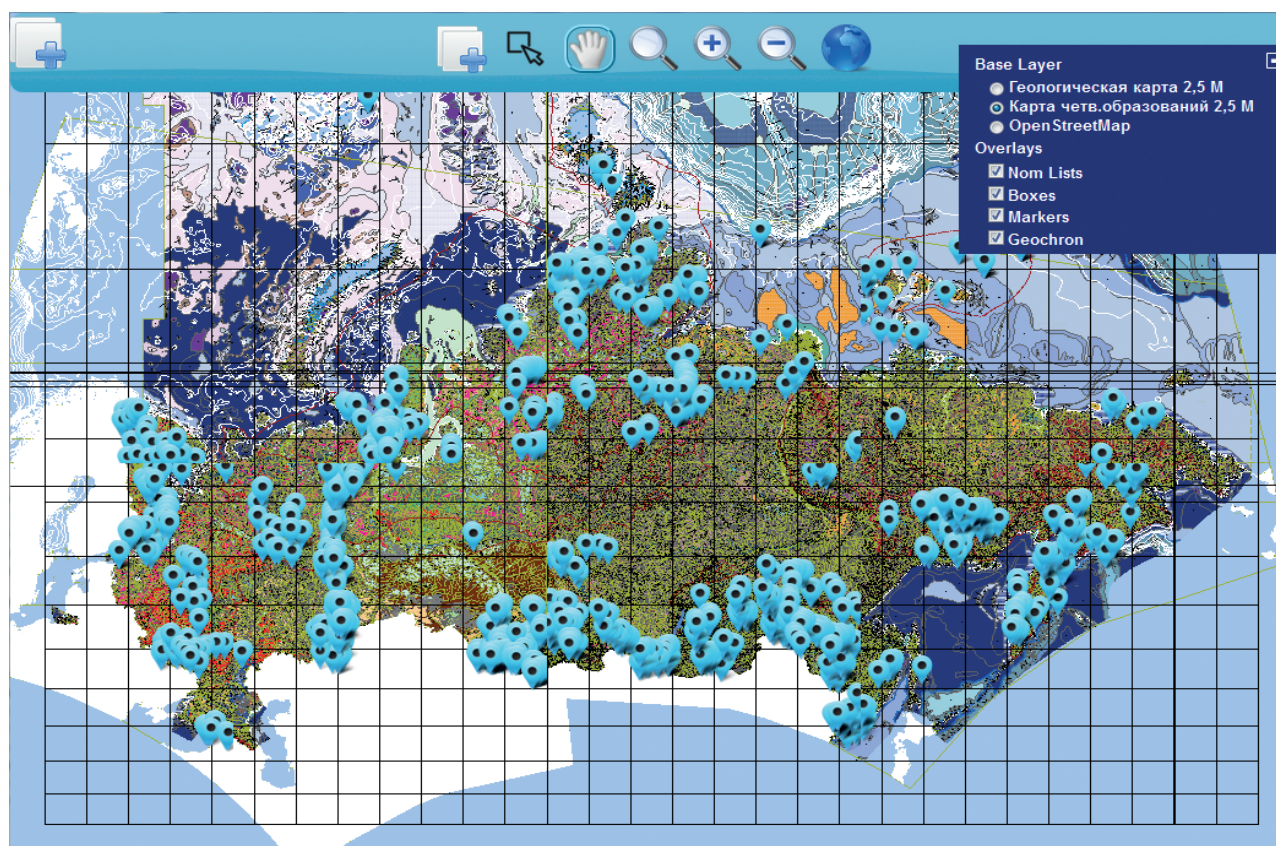


Рис. 7. Веб-интерфейс «Геохронологического атласа-справочника» с подключенной Картой четвертичных образований территории РФ, масштаба 1 : 2 500 000 в качестве подложки

Постоянно актуализируется программно-технологический блок, система хранения и редактирования ЭБД и алгоритмов поиска необходимой геологической информации.

За последние два года актуализирован интерфейс веб-приложения «Геохронологического атласа-справочника»: добавлена новая подложка – Карта четвертичных образований территории Российской Федерации масштаба 1 : 2 500 000 (А. С. Застрожных и др., ВСЕГЕИ, 2014, <http://www.vsegei.ru/ru/info/quaternary-2500/>) (рис. 7).

Пользователю доступен выбор из трех карт: геологическая, четвертичных отложений масштаба 1:2500000 и карта OpenStreetMap (рис. 7). В связи с увеличением потока датировок четвертичных образований (открыта лаборатория оптически стимулированной люминесценции – ОСЛ во ВСЕГЕИ) возможность замены Геологической карты на Карту четвертичных образований облегчит восприятие информации для широкого круга геологов.

«Геохронологический атлас-справочник основных структурно-вещественных комплексов России» и «Ежегодный геохронологический бюллетень» могут и должны быть эффективно использованы для текущих и планируемых ГСР, обобщения и анализа материалов сводного и обзорного уровня по территории России, реализации международных проектов по трансграничным территориям, т. к. все содержащиеся в нем

данные достоверны (прошли экспертную оценку на предмет соответствия критериям достоверности результатов геохронологических определений) и размещены в варианте открытого доступа на портале Роснедра. Разделы атласа направлены на то, чтобы сориентировать геологов в многообразии геохронологических методов, правильном их выборе, дальнейшей интерпретации и имплементации результатов датирования и оценке геологической ситуации в различных геологических районах. При ссылке на конкретные геохронологические данные рекомендуется указывать следующие выходные параметры источника – атласа-справочника: Shishkin M. A., Sinkova E. A., Sergeev S. A. et al. Electronic Geochronological Annual Bulletin of VSEGEI, (2013–2021) / O V. Petrov (Head Ed.) // Atlas-guide on Geochronology of main lithotectonic complexes of Russia. St.-Petersburg, VSEGEI. (In Russian). <http://geochron.vsegei.ru> – с обязательным указанием точного года или интервала получения данных (2013–2020 гг.).

1. Акинин В. В., Котляр И. Н. ГЕОХРОН – компьютерная база данных изотопного датирования минералов, горных пород и руд Северо-Востока России / Под ред. С. Г. Бялбужского // Магматизм и оруденение Северо-Востока России. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 1997. – С. 313–318.

2. Каталог определений возраста горных пород СССР радиологическими методами, Северо-Восток СССР. — Л.: ВСЕГЕИ, 1975. — 547 с.

3. Любимов Г. А., Ткаченко В. В., Костяков В. С. Концепция создания и развития государственного банка цифровой геологической информации // Разведка и охрана недр. — 1995. — № 10. — С. 2–4.

4. Проект по созданию «Национальной геолого-картографической информационной системы (НГКИС)»: [Электронный ресурс]. — URL: http://www.vsegei.ru/ru/structure/information/citrgm/infosys_db/ngkis/ (дата обращения: 05.05.2022).

5. Geospatial Data Abstraction Library: [Электронный ресурс]. — URL: <http://www.gdal.org/> GDAL (дата обращения: 05.05.2022).

porod i rud Severo-Vostoka Rossii [GEOKHROH — computer database of isotope dating of minerals, rocks, and ores of the North-East of Russia]. Ed.: S. G. Byalobzhetskogo. *Magmatizm i orudnenie Severo-Vostoka Rossii*. Magadan, 1997, pp. 313–318. (In Russian).

2. Katalog opredeleniy vozrasta gornykh porod SSSR radiologicheskimi metodami, Severo-Vostok SSSR [Catalog of determining the age of rocks of the USSR by radiological methods, North-East of the USSR]. Leningrad, VSEGEI, 1975, 547 p.

3. Lyubimov G. A., Tkachenko V. V., Kostyakov V. S. Kontsepsiya sozdaniya i razvitiya gosudarstvennogo banka tsifrovoy geologicheskoy informatsii [The concept of creation and development of the state bank of digital geological information]. *Razvedka i okhrana nedr*, 1995, no. 10, pp. 2–4. (In Russian).

4. The project to create the «National geological and cartographic information system NGKIS», available at: http://www.vsegei.ru/ru/structure/information/citrgm/infosys_db/ngkis/ (accessed 6 May 2022).

5. Geospatial data abstraction library», available at: <http://www.gdal.org/> gdal (accessed 6 May 2022).

1. Akinin V. V., Kotlyar I. N. GEOKhROH — komp'yuternaya baza dannykh izotopnogo datirovaniya mineralov, gornykh

Синькова Елена Алексеевна — вед. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ¹. <Elena_Sinkova@vsegei.ru>

Петров Олег Владимирович — чл.-корр. РАН, доктор геол.-минерал. наук, доктор экон. наук, ген. директор, ВСЕГЕИ¹. <vsegei@vsegei.ru>

Ханчук Александр Иванович — академик РАН, доктор геол.-минерал. наук, науч. руководитель, ВСЕГЕИ¹. <axanchuk@mail.ru>

Шевченко Сергей Семенович — канд. геол.-минерал. наук, зам. ген. директора, ВСЕГЕИ¹. <Sergey_Shevchenko@vsegei.ru>

Снежко Виктор Викторович — канд. геол.-минерал. наук, директор, Центр информационных технологий по региональной геологии и металлогении ВСЕГЕИ¹. <Viktor_Snezhko@vsegei.ru>

Халенев Владимир Олегович — директор, Центр научно-методического и организационного обеспечения государственного геологического картографирования, ВСЕГЕИ¹. <Vladimir_Khalenev@vsegei.ru>

Бучнев Илья Николаевич — вед. инженер, ВСЕГЕИ¹. <Ilya_Buchnev@vsegei.ru>

Сергеев Сергей Андреевич — канд. геол.-минерал. наук, директор, Центр изотопных исследований, ВСЕГЕИ¹. <Sergey_Sergeev@vsegei.ru>

Sin'kova Elena Alekseevna — Leading Researcher, VSEGEI¹. <Elena_Sinkova@vsegei.ru>

Petrov Oleg Vladimirovich — Corresponding Member of RAS, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Doctor Economic Sciences, Director General, VSEGEI¹. <vsegei@vsegei.ru>

Khanchuk Alexander Ivanovich — Academician of RAS, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Research Supervisor, VSEGEI¹. <axanchuk@mail.ru>

Shevchenko Sergey Semenovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Deputy General Director, VSEGEI¹. <Sergey_Shevchenko@vsegei.ru>

Snezhko Viktor Viktorovich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Director, Centre of informational technologies on regional geology and metallogeny VSEGEI¹. <Viktor_Snezhko@vsegei.ru>

Khalenev Vladimir Olegovich — Director, Center for scientific, methodological and organizational support of State geological mapping, VSEGEI¹. <Vladimir_Khalenev@vsegei.ru>

Buchnev Ilya Nikolaevich — Leading Engineer, VSEGEI¹. <Ilya_Buchnev@vsegei.ru>

Sergeev Sergey Andreevich — Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Director, Center for isotope research, VSEGEI¹. <Sergey_Sergeev@vsegei.ru>

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ). Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106.

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI). 74 Sredny Prospect, St. Petersburg, Russia, 199106.