

## К 70-летию образования Отдела геологии урановых месторождений и радиоэкологии ВСЕГЕИ

Приведены исторические даты различных этапов изучения радиоактивности страны. Дана краткая характеристика основных результатов прогнозно-минерогенических на уран исследований. Определены направления дальнейших работ.

Ключевые слова: *металлогения, радиоактивность, уран.*

Yu. B. MIRONOV, A. M. KARPUNIN (VSEGEI)

## On the 70th anniversary of the Department of Geology of uranium deposits and radioecology VSEGEI

Historical dates of various stages of studying the radioactivity of countries are given. A brief description of the main results of prognostic-mineragenic for uranium studies is given. Directions for further work are determined.

Keywords: *metallogeny, radioactivity, uranium.*

В мае 2017 г. отмечал 70-летие своего образования Отдел геологии урановых месторождений и радиоэкологии (ОГУМРЭ) – ведущее подразделение ВСЕГЕИ в области региональной металлогении урана, осуществляющее специализированные на уран исследования на территории России и ряда зарубежных стран (ранее Отдел специальной металлогении – ОСМ). Работы по поискам и прогнозированию месторождений урана сотрудниками Отдела в начале реализации Атомного проекта СССР в 1947 г. базировались на ограниченных зарубежных данных и отечественных материалах [5, 36].

Роль и значение отдельных геологических организаций в решении государственных задач по созданию ядерного щита страны изложены в ряде специальных изданий, однако изучением радиоактивных объектов страны сотрудники Геолкома–ВСЕГЕИ занимались и ранее [23].

**Историческая справка.** Уран – наиболее распространенный химический элемент, радиоактивные свойства которого нашли широкое применение. Открыл его в 1789 г. немецкий физик М. Клапрот в урановой смолке Рудных гор (Чехия) и назвал в честь планеты Уран. В 1841 г. французский химик Э. Пелиго впервые получил металлический уран. Явление радиоактивности обнаружено в Баварии в 1896 г. французским физиком А. Беккерелем после открытия В. Рентгеном «невидимых глазу икс-лучей», обладающих специфическими свойствами. В начале XX в. Д. И. Менделеев пророчески предвидел, что исследование урана приведет еще ко многим новым открытиям [13].

К моменту выявления радиоактивности в нашей стране еще не были известны месторождения радиоактивных руд. С 1903 г. началось изучение

радиоактивных природных объектов России. В 1907 г. по предложению А. П. Карпинского, Ф. Н. Чернышёва и В.И. Вернадского Академия наук приняла решение приступить к изучению радиоактивных минералов России. Несколько позже была образована специальная комиссия, которая должна была заниматься проблемами радиоактивности. Летом 1911 г. начались первые экспедиции на уран в Среднюю Азию, в 1914 г. в Забайкалье и Восточную Сибирь.

В 1912 г. под руководством В.И. Вернадского в Санкт-Петербурге была организована специальная лаборатория при Минералогическом и Геологическом музеях АН, на базе которой в 1922 г. создан Радиевый институт, где впоследствии прошли два важных мероприятия: Первая Всесоюзная конференция по радиоактивности в 1932 г. и Совещание по применению радиоактивности в народном хозяйстве в 1933 г. Одной из главных задач того времени следует считать составление карты распределения радиоактивных минералов на территории СССР. Карта радиоактивности, о необходимости которой в 1910 г. говорил В. И. Вернадский, впервые была составлена во ВСЕГЕИ–ЦНИГРИ в 1931 г. А. П. Кириковым на основе аспирационного метода, позволившего в сравнительно короткий срок подвергнуть испытанию более ста тысяч образцов музея ЦНИГРИ–ВСЕГЕИ. Интенсивное распространение радиоактивных минералов было отмечено для районов Забайкалья, Приморья, Минусинского округа, Ачитканского района Прибайкалья. Первый вариант карты до сих пор носит закрытый характер и хранится в Радиевом институте [36]. Этот начальный этап изучения радиоактивности можно условно назвать радиевым.



**Юрий Александрович Билибин (1901–1952) – член-корреспондент АН СССР, основатель и первый руководитель металлогенического коллектива ВСЕГЕИ, основоположник регионального металлогенического анализа**

В 1938 г. немецкие физики О. Ган и Ф. Штрассман установили эффект цепной реакции деления ядер урана, сопровождающийся громадным выделением тепла. Человечество приблизилось к открытию нового источника энергии. Как это часто бывает, человеческий разум смог увидеть в этих открытиях возможность использования атомной энергии только в военных целях. Все технологически развитые страны занялись разработкой программ создания сверхмощного атомного оружия.

В 1940 г. в Академии наук СССР по инициативе В. Г. Хлопина была создана Комиссия по проблемам урана, 28 сентября 1942 г. приняты распоряжения ГКО СССР «Об организации работ по урану» и 27 ноября того же года «О добыче урана». В начале марта 1943 г. В. И. Вернадский обратился с запиской к президенту Академии наук СССР о необходимости системных изысканий новых месторождений урановых руд, «которые должны существовать на территории нашего Союза» [5].

Его поддержал научный руководитель Атомного проекта И. В. Курчатова. Председателем Специального комитета назначен И. И. Малышев, начальником Отдела радиоактивных элементов Ф. М. Малиновский. Однако в условиях продолжающейся войны работы по поискам урановых месторождений развивались медленно. В 1945 г. Правительство принимает решение о создании в системе Комитета по делам геологии Специализированного управления для руководства поисками и разведкой месторождений радиоактивных руд. Новая структура получила название Первое Главное геологическое управление (ПГГУ), или Первый Главк. Уже через три дня после выхода постановления Правительства председатель Комитета по делам геологии при Совнаркоме СССР И. И. Малышев издает свой приказ № 272 от 16 октября 1945 г. «Об организации геологоразведочных работ на уран». С тех пор эта дата считается Днем образования урановой геологии страны [13].

**Главные направления исследований.** Для решения амбициозных задач по созданию минерально-сырьевой базы урана страны были созданы госу-

дарственные организации трех уровней: комбинаты по эксплуатации месторождений и переработке урановых руд (Минсредмаш); первое главное геологоразведочное управление Мингео (Геологоразведка) с его территориальными экспедициями, которые проводили поиск и разведку урановых объектов; специализированные подразделения – отделы в НИИ различного назначения, нацеленные на изучение месторождений урана и научно-методическое обеспечение геологоразведочных работ. Деятельность Отдела специсследований ВСЕГЕИ с 1947 г. направлена на решение важнейшей государственной задачи создания и совершенствования структуры МСБ урана нашей страны. В разработке теоретических основ специальной металлогении и прогнозной оценки ураноносности крупных территорий на основе составления прогнозно-металлогенических карт различного масштаба активно участвовали видные ученые. Научные основы, методы и методика прогнозно-металлогенических исследований постоянно совершенствовались в зависимости от приоритетов в развитии атомной промышленности [16].

У истоков этих работ стоял один из основоположников металлогении **Билибин Юрий Александрович**.

В первом, исключительно плодотворном периоде своей деятельности он исследовал золотоносные районы восточной части нашей страны (Алдан, где им открыто коренное месторождение золота, затем Колыма с высокой оценкой её перспектив на золото). На их основе издана монография «Основы геологии россыпей» (1938 г.).

С 1944 г., во ВСЕГЕИ – второй яркий период деятельности ученого. Раскрывается его талант блестящего теоретика в сочетании с выдающимися организаторскими способностями. Он приступает к региональному металлогеническому исследованию с охватом большей части страны, формулирует ключевые положения металлогенической науки и основы регионального металлогенического анализа. В 1946 г. создается Тувинская экспедиция (нач. В. И. Серпухов, науч. рук. Ю. А. Билибин), а в 1947 г. – сектор металлогении ВСЕГЕИ, впоследствии Отдел специсследований (позже Отделение специальной металлогении – ОСМ). Используя новые принципы, коллектив ОСМ ВСЕГЕИ создает первые металлогенические карты ряда регионов, а затем и металлогенические карты СССР в масштабах 1 : 5 000 000 и 1 : 2 500 000.

В учебном курсе в Ленинградском университете, который он проводил, а затем и в монографии «Металлогенические провинции и металлогенические эпохи» был синтезирован огромный материал по металлогении всех складчатых областей на континентах, что явилось отправной точкой дальнейшего развития созданной Ю. А. Билибиным новой ветви геологических знаний – металлогении. Геологи, ставшие его последователями и учениками, были направлены на изучение металлогении различных регионов СССР.

В ходе 70-летней деятельности Отдела различными аспектами научной стороны проблемы (параллельно с оперативным внедрением научных разработок в сферу практических работ на территории СССР) уделялось самое серьезное внимание. Решение основных научных задач Отдела было направлено в конечном счете на изучение закономерностей размещения уранового оруденения в различных

геологических обстановках и повышение эффективности геологоразведочных работ.

*Разработка основополагающей концепции – общих принципов регионального металлогенического анализа и составление прогнозно-минерагенических карт.* Специалисты Отдела во главе с Ю. А. Билибиным внесли весомый вклад в становление и разработку общих принципов регионального металлогенического анализа на первых этапах для подвижных поясов земной коры и в дальнейшем для областей страны с другим геотектоническим строением (щиты, платформы). В основе нового научного направления в металлогении лежит положение, что процессы минерализации подвижных поясов земной коры представляют собой одну из сторон единого и сложного процесса геологического развития геологических структур и должны изучаться в своем историческом развитии [3].

Анализ пространственного распределения минеральных комплексов различных типов показал, что в каждом конкретном подвижном поясе минеральный комплекс приурочен к определенным структурно-металлогеническим зонам. Совокупность сходных структурно-металлогенических зон отвечает определенному этапу в развитии структуры и металлогении всего подвижного пояса в целом. Пространственное расположение структурно-металлогенических зон различного типа строго закономерно и определяется их возрастной последовательностью в ходе геологического развития конкретного подвижного пояса.

В результате присвоения каждому минеральному комплексу определенного цвета стало возможным изображать соответствующие структурно-металлогенические зоны на металлогенических картах и наиболее полно использовать геологическую карту для целей металлогенического анализа. По расположению структурно-металлогенических зон одного типа можно было делать предположения о расположении относительно них структурно-металлогенических зон других типов, благодаря чему рамки металлогенического анализа значительно расширились. Позднее были охарактеризованы основные ураноносные минеральные комплексы, выявленные на территории СССР. Они отображены в серии специализированных прогнозно-металлогенических карт под редакцией А. И. Семенова (1970), Г. В. Грушевого (1980), Ю. А. Арапова (1986), А. Г. Шендеровой (1978), Ю. М. Шувалова (1982). Углубленные исследования в этом направлении продолжают до настоящего времени [31].

В конце 80-х годов в Отделе впервые в стране составлена Карта ториеносности СССР масштаба 1:10 000 000 (А. А. Смыслов, Л. Н. Беляева).

Первая геолого-прогнозная на уран карта современной России выполнена в 1994 г. во ВСЕГЕИ коллективом авторов, включающим руководителей концерна «Геологоразведка», ВСЕГЕИ, ВИМСа, ВИРГа и ВНИИХТа. Впервые в доступном виде опубликованы материалы по металлогении урана и тория в перспективных районах для поисков промышленных месторождений [4].

В течение двадцати лет (1979–1999) в Отделе большим коллективом (Г. М. Беляев, Б. Е. Кудрявцев, А. В. Молчанов и др.) под научным руководством В. М. Терентьева проводились прогнозно-металлогенические исследования территории, прилегающей к трассе Байкало-Амурской магистрали,

включая Алданский щит. В результате комплексного регионального анализа ураноносности обширной территории региона БАМ и специализированных исследований выделено 25 урановорудных, потенциально урановорудных и ураноносных формаций. На основе металлогенического по урану районирования региона БАМ выделены Алданская урановорудная провинция, Забайкальско-Охотская и Байкальская потенциально урановорудные провинции, включающие 15 рудных и ураноносных зон, и 18 рудных районов (А. В. Молчанов, 2017). Впоследствии различные аспекты металлогении и ураноносности Алданского щита получили отражение и развитие в докторских диссертациях В. М. Терентьева, А. В. Молчанова, В. К. Титова.

В 2004 г. на основе обобщения огромного фактического материала в Отделе была составлена карта урановорудных и ураноносных формаций масштаба 1:5 000 000. В 2009 г. в рамках задачи «Анализ и оценка состояния прогнозных ресурсов категории  $P_3$  и минерагенического потенциала урана территории России» закончена карта ураноносности Российской Федерации, обозначено положение 78 известных урановых и ураноносных районов и дана количественная оценка их прогнозно-минерагенического потенциала, прогнозных ресурсов разных категорий, являющаяся сегодня основой государственного планирования специализированных на уран работ предприятий Росатома и Роснедра. Системная актуализация содержания этой карты может стать составной частью ГИС-проекта «Прогнозно-минерагеническая карта России» масштаба 1:2 500 000.

С учетом главного направления работ ВСЕГЕИ сотрудниками Отдела в последние годы составлен ряд карт ураноносности для комплектов государственных геологических карт масштаба 1:1 000 000 (Л. Б. Макарьев, С. В. Бузовкин, В. З. Фукс) и карт закономерностей размещения оруденения масштаба 1:200 000 по ряду урановорудных районов Западной и Восточной Сибири (Л. Б. Макарьев, Ю. Б. Миронов, М. В. Павлов) и Балтийского щита (Е. Н. Афанасьева, Т. А. Иванова). Участие в проектах ГДП-200 в урановорудных районах РФ становится одним из главных направлений работы Отдела.

*Специализированное геологическое картирование* зародилось в конце 50-х годов по инициативе руководителя Отдела Александра Ильича Семенова и затем получило широкое развитие как во ВСЕГЕИ, так и в экспедициях I ГПРУ Мингео СССР [14, 18, 38].

Крупномасштабные прогнозные карты на специализированной геологической основе служили для выяснения закономерностей размещения и условий образования месторождений урана в локальных геологических структурах; для оценки перспектив обнаружения новых месторождений, в том числе не выходящих на поверхность, с обоснованием мест их возможной локализации, а также их ожидаемых масштабов; выяснения генетических особенностей отдельных типов месторождений с целью уточнения существующей классификации месторождений; составления крупномасштабных прогнозных карт как основы для выбора методов и видов поисковых и поисково-разведочных работ [7]. В 60-х годах составлены первые крупномасштабные специализированные геолого-прогнозные карты ряда рудных районов Северо-Казахстанской

урановорудной провинции (Шендерова, 1972), по Кызылсай-Ботабурумскому урановорудному району Чу-Илийских гор (под редакцией К. И. Дворцовой) и некоторым другим регионам [8]. В конце 70-х годов приступили к созданию объемных моделей рудных узлов (рудоформирующих систем) с привлечением, помимо геологической, обширной информации по особенностям глубинного строения, радиогеохимии, метасоматическим преобразованиям пород и т. п. На сегодня для Отдела большое значение имеет актуализация российской классификации урановых месторождений, её сопоставление с классификацией МАГАТЭ (С. В. Бузовкин, 2007).

Открытие в Австралии и Канаде крупных урановых месторождений типа несогласия стимулировало поиск аналогичных объектов в нашей стране. В 1991–1995 гг. большой коллектив исполнителей Отдела (А. В. Молчанов, Е. А. Арсентьева, Н. Н. Румянцев и др.) под научным руководством В. М. Терентьева проводил тематические исследования «Разработать модели типовых обстановок формирования урановых и комплексных месторождений в зонах докембрийских структурно-стратиграфических несогласий и научные основы их прогнозирования и поиска с составлением комплекта прогнозно-металлогенических карт масштабов 1:200 000 и 1:50 000 для Алданского и Ладожского регионов». В границах Угуйской и Олдонгсинской грабен-синклиналей выделены площади, перспективные на выявление промышленного уранового и комплексного (золото-уранового) оруденения, требующие постановки более детальных работ. Позднее якутскими геологами выявлены крупные месторождения коренного золота (Таборное и Гросс), отрабатываемые в настоящее время.

Работы по прогнозированию и поискам месторождений урана нового типа позволили сделать вывод, что в пределах Алданского щита маловероятны полные аналоги месторождений типа несогласия регионов-прототипов. Однако наличие в фундаменте Учуро-Майского рифейского эпикратонного прогиба отдельных блоков, относительно слабо затронутых процессами мезозойской активизации, не исключает этой возможности (А. В. Молчанов, 2017). На основе многолетних исследований А. В. Молчанов в докторской диссертации (2004 г.) аргументированно обосновал перспективы выявления высокорентабельных урановых месторождений на щитах Сибирской платформы, в том числе оруденения вблизи зон древних структурно-стратиграфических несогласий.

*Радиогеохимические исследования.* В 60-х годах прошлого столетия как одно из путей дальнейшего совершенствования регионального металлогенического анализа и изучения геохимии урана и тория получило развитие и оформилось новое радиогеохимическое направление, связанное с анализом особенностей распределения и миграции урана, тория и элементов-спутников в горных породах [32, 33, 37]. Внедрение в региональную геологию точных параметров распределения рудных элементов позволило перейти в металлогении и геохимии от качественного анализа эмпирических закономерностей к установлению количественных связей между уровнем геохимического фона урана и его рудными концентрациями. Возникло прогнозно-геохимическое направление в региональном металлогеническом анализе, опирающееся на взаимосвязь и взаимообусловленность рассеянных

(геохимический фон) и концентрированных (рудные скопления) форм нахождения урана в земной коре [20]. Логическим завершением такого подхода явилось создание радиогеохимических (радиогеологических) карт разного масштаба как для отдельных районов, так и страны в целом.

Разработанные на примере ряда рудоносных структур Северного Казахстана принципы регионального геохимического анализа и методика составления карт были использованы при радиогеохимическом картировании других регионов Советского Союза (Украины, Средней Азии, Забайкалья и др.) коллективами геологов и геофизиков ВСЕГЕИ, ВИРГа, экспедиций и ПГО ГлавПУ «Геологоразведка». В 70-х годах для большинства урановорудных и потенциально урановорудных провинций и районов были составлены радиогеохимические карты масштабов 1:500 000 (1:1 000 000), 1:200 000 и 1:50 000. В их создании и дальнейшем совершенствовании принял участие большой коллектив специалистов (В. К. Титов, Е. В. Плюшев, В. В. Шатов, Г. М. Шор, Л. И. Тихомиров, В. А. Угаров, В. А. Максимовский, Ю. В. Ильинский, Г. М. Баранов и др.) под научным руководством А. А. Смыслова. Результаты этих исследований, а также материалы аэрогамма-спектрометрических съемок позволили создать в 1972 г. первую радиогеохимическую карту территории страны в масштабе 1:2 500 000, второй дополненный вариант этой карты выпущен в 1975 г. (гл. редакторы А. А. Смыслов, А. И. Тугаринов).

На современном этапе радиогеохимические исследования и составление специализированных карт проводятся по заказу предприятий АО «Урангеологоразведка» для Забайкалья, Восточного Саяна (В. А. Михайлов, А. Н. Лодыгин и др.) и других территорий.

*Изучение гидротермально измененных пород.* Ближайшие ученики и последователи Ю. А. Билибина, основоположники региональной металлогении урана, с большим вниманием относились к исследованию гидротермально измененных пород, используя новые по тем временам теоретические разработки Д. С. Коржинского и Н. И. Наковника (учение о метасоматозе). Особенно выделялись работы М. И. Ициксона, А. П. Никольского, Е. Д. Карповой, Г. Л. Падалки и др., детально изучавших околорудные метасоматиты. Первый системный труд на эту тему с участием специалистов Отдела специсследований ВСЕГЕИ (Е. Д. Карпова, Д. М. Шилин) вышел в 1954 г. под редакцией Н. Н. Курека. Впоследствии в Ленинграде образовалась мощная инициативная группа по изучению метасоматизма, которая под руководством Д. С. Коржинского, Н. И. Наковника, Д. В. Рундквиста, Ю. В. Казлицына и др. организовала проведение во ВСЕГЕИ шести всесоюзных совещаний при активном участии сотрудников Отдела (Г. В. Александров, Г. М. Беляев, Г. Т. Волостных, Е. В. Плюшев, В. В. Шатов, О. П. Ушаков, А. В. Молчанов и др.).

Одновременно с изучением околорудных метасоматитов, их использованием в номенклатуре рудных формаций в Отделе специсследований ВСЕГЕИ зародилось новое направление изучения гидротермально-метасоматических образований, их геологическое картирование и региональный формационный анализ [21, 26]. Сейчас методика успешно применяется при специальных прогнозно-металлогенических исследованиях на уран и при

общем металлогеническом анализе рудных районов. На основе картирования и геохимического изучения региональных гидротермально-метасоматических формаций оказалось возможным создать объемные модели гидротермальных рудообразующих систем и обосновать методику количественной оценки прогнозных ресурсов рудных узлов и районов. Бывшие сотрудники ОСМ, ведущие специалисты ВСЕГЕИ Е. В. Плюшев, В. В. Шатов, С. В. Кашин представили современную методику изучения и картирования гидротермально-метасоматических образований в прекрасно изданной монографии [26].

Изучение вещественного состава и геохимии метасоматитов является одним из важных направлений деятельности Отдела и сегодня при комплексной оценке рудоносности перспективных структур в различных районах страны (В. А. Михайлов, А. Н. Лодыгин, Е. Н. Афанасьева, Л. Б. Маркарьев). Эти исследования наиболее результативны при поисках месторождений золото-урановых руд в черносланцевых толщах и оценке комплексного оруденения в других благоприятных геологических обстановках.

*Изучение глубинного строения.* Одной из отличительных особенностей металлогенических исследований последних десятилетий является существенное повышение их глубинности. Установлено, что геологическое развитие земной коры во многом определяет процессы, происходящие глубоко в недрах нашей планеты, в нижних горизонтах литосферы.

Результаты исследований глубинного строения территории СССР легли в основу «Карты глубинного строения земной коры территории СССР и некоторых прилегающих акваторий» в масштабе 1:10 000 000, составленной под редакцией Ю. И. Сытина (1981). В практическом отношении значимы геолого-геофизические исследования в определившихся и перспективных на уран районах в целях разработки дополнительных критериев и оценки промышленной рудоносности региональных геологических структур. Особо следует отметить комплексные геолого-геофизические исследования 80-х годов в Казахстане и прилегающих районах Средней Азии большого коллектива НИИ и территориальных экспедиций I ГГРУ под руководством А. А. Смыслова (программа «Меридиан») [11].

Тогда же мелко- и среднемасштабные работы по изучению глубинного строения в целях металлогенического анализа проведены на УКШ (А. О. Шмидт, В. К. Титов, Н. Г. Топоркова, 1971, 1974, Г. П. Тафеев, Н. Г. Топоркова, 1980), в Карело-Кольском регионе (А. О. Шмидт, Н. Н. Колесник, Г. П. Воеводова и др., 1984), Забайкалье (Г. А. Генко, В. К. Львов и др., 1974, 1975, 1979), на Дальнем Востоке (В. В. Пуринг, В. А. Максимовский и др., 1976). Все эти работы отличает практическая направленность, тесная связь с комплексом других исследований, проводившихся с ними по единым согласованным программам [9, 29, 34].

Сейчас изучение глубинного строения в Отделе проводится по проектам ГДП-200.

*Объемное картирование (моделирование) рудных узлов.* В целях дальнейшего повышения эффективности поисков месторождений, не выходящих на дневную поверхность, ведущими специалистами ВСЕГЕИ (А. П. Марковский, В. Н. Верещагин, С. А. Музылев, 1961; А. И. Семенов, 1963) в 60-х го-

дах выдвинута и разработана концепция значительного повышения информативности составляемых в особо перспективных рудных районах специализированных геологических карт масштаба 1:50 000 (1:25 000) путем преобразования их в объемные геолого-прогнозные карты, которые отражали бы условия залегания геологических образований и поведение рудоконтролирующих структур на некоторой глубине, доступной для поисков и разработки месторождений (500–1000 м). В дальнейшем эти идеи были развиты в Отделе специальной металлогении.

В 70–80-х годах Отделом совместно с производственными организациями проведены крупномасштабные (1:25 000–1:50 000) прогнозно-металлогенические исследования с применением методики объемного моделирования глубинного геологического строения в урановорудных узлах Северо-Казахстанской (М. Г. Харламов, Е. В. Плюшев, В. А. Тихонов, В. Я. Чернов и др., 1981, 1985, 1989), Забайкальской (А. А. Смыслов, 1981, М. Д. Пельменев, 1984), Украинской (В. К. Титов, Т. В. Билибина, Г. П. Тафеев и др., 1977) и Южно-Казахстанской (А. В. Булычев, А. А. Горцевский и др., 1988) урановорудных провинций. Повысилась эффективность поисков месторождений урана, не выходящих на поверхность или слабо проявленных на поверхности. В последние годы комплексное крупномасштабное (1:25 000–1:50 000) геологическое картирование и применение объемного моделирования рекомендованы как самостоятельный вид поисково-оценочных и прогнозно-металлогенических работ, для которых во ВСЕГЕИ разработаны методические рекомендации.

*Радиогидрогеологические исследования* проводились в Отделе, начиная с первой половины 50-х годов. Они состояли в опробовании водопунктов на радиоактивные элементы (U, Rn, Ra) и имели в основном поисковую направленность. Регионы опробования – Средняя Азия, Казахстан, Забайкалье и Алтае-Саянская складчатые области (А. А. Макаров, Г. М. Шор). Важное значение радиогидрогеологических исследований в комплексе с прогнозно-металлогеническими работами на урановое оруденение учкудукского типа вызвало необходимость разработки методики составления радиозонных радиогидрогеологических карт, которая была апробирована научно-методической комиссией ВСЕГИНГЕО и рекомендована к использованию. Центрально-Кызылкумская урановорудная провинция в гидрогеологическом плане выделялась в качестве региональной тепловой аномалии. Это обусловлено развитием восстановительного эпигенеза, с которым Е. А. Головин, В. Н. Шеточкин, Е. М. Шмариович, Г. А. Машковцев (ВИМС) впоследствии стали связывать образование наиболее богатых урановых и комплексных (уран-полиэлементных) руд.

Результатами радиогидрогеологических исследований, проведенных в 1967–1968 гг. в Чу-Сарысуйской депрессии, обоснованы перспективы ураноносности её мезозойско-кайнозойского чехла. Это подтолкнуло дальнейшее интенсивное развитие поисковых работ Волковской экспедиции I ГГРУ и превращение региона в уникальную урановорудную провинцию с ведущим типом урановых месторождений, связанных с зонами пластового окисления [1, 10, 30, 40]. Для региона были составлены крупно- (1:50 000), средне- (1:200 000, 1:500 000)

и мелкомасштабные (1:1 000 000, 1:1 500 000) погоризонтные и сводные радиогидрогеологические карты по депрессии в целом, в границах урановорудной провинции, её флангов и отдельных частей, для рудных полей урановых месторождений (Мынкудук, Инкай, Канжуган, Моинкум и др.). На основе этих карт решен ряд важных научных и практических задач. В начале 90-х годов сопоставлены геологическое строение, ураноносность и радиогидрогеологические условия чехлов молодых платформ России с чехлом Туранской плиты, включающим Притяньшанскую мегапровинцию (Шор, Грушевой и др., 1992). До настоящего времени радиогидрогеологические исследования в Отделе развивались преимущественно в составе прогнозно-минерагенических работ на комплексы твердых полезных ископаемых в чехле Сибирской платформы масштабов 1:2 500 000–1:5 000 000, в чехлах платформ и межгорных впадин орогенов России масштаба 1:5 000 000 (Шор, Афанасьев и др., 1997; Сравнительный анализ..., 1999), в чехле южной части Западно-Сибирской плиты масштаба 1:2 500 000, а также в пределах Томской (масштаб 1:1 000 000) и Омской (масштаб 1:500 000) областей.

В XXI в. сотрудниками Отдела проведен широкий комплекс гидрохимических и гидрогеологических исследований при оценке перспектив выявления поверхностных месторождений «молодого урана» в Витимо-Каренгском районе Северного Забайкалья (А. А. Пуговкин, Г. Б. Лебедева, Э. В. Моргун, М. К. Романова, 2013) и Амуро-Зейской депрессии на Дальнем Востоке (2015). Продолжается изучение (В. З. Фукс и др.) условий формирования водородных месторождений урана на основе использования гидрогеологических и гидрохимических характеристик подземных вод в пределах Западно-Сибирской плиты.

*Картирование рудоносности зон гипергенеза.* С 2002 г. во ВСЕГЕИ развивается новое направление исследований, связанное с картированием рудоносности зон гипергенеза в составе комплекта Госгеолкарты-1000 третьего поколения (В. Е. Кудрявцев, Г. М. Шор). Объекты картирования – Алтае-Саянская складчатая область, Енисейский кряж, Забайкалье и сопредельные территории Сибирского кратона и Западно-Сибирской плиты [17, 41]. Радиогидрогеологические исследования включены в развиваемое направление и сопряжены с прогнозированием инфильтрационных месторождений урана.

Важное значение в 2000-х годах имело составление погоризонтных карт мезозойско-кайнозойского чехла южной окраины Западно-Сибирской плиты масштаба 1:1 500 000 (Г. М. Шор, А. М. Афанасьев, В. Д. Алексеенко и др.).

*Составление методических рекомендаций по прогнозированию.* С начала 70-х годов в Отделе начались работы по составлению, а затем подготовке к печати методических пособий по среднему и крупномасштабному прогнозированию и составлению прогнозных на уран карт в связи с необходимостью повышения эффективности среднекрупномасштабных прогнозных работ на основе накопленного научными и производственными коллективами опыта в определившихся урановорудных районах. Было положено начало новому этапу создания единых унифицированных требований к проведению прогнозных на уран исследований с

учетом геологических особенностей строения территорий и проявленных на ней типов урановорудных формаций. Первой работой были «Временные рекомендации к содержанию прогнозных на уран карт» (отв. редакторы Г. В. Нехорошев, И. С. Ожинский [4]).

В 1988 г. вышли из печати «Методические рекомендации по среднемасштабному прогнозированию и составлению прогнозных на уран карт масштаба 1:200 000» (отв. исполнитель Ю. М. Шувалов). Они построены по сходному плану с руководством по крупномасштабному прогнозированию. Новым является введенное авторами понятие рудообразующих систем различного иерархического уровня и таксономического вида для рудных объектов каждой урановорудной формации. Рассмотрены также способы оценки прогнозных ресурсов урана применительно к ведущим промышленным типам рудных формаций, в том числе к месторождениям типа несогласия [27].

В 2004 г. специалисты Отдела приняли участие в составлении «Методического руководства по оценке прогнозных ресурсов урана», являющегося современной основой количественной оценки металлогенического потенциала и прогнозных ресурсов урана категорий  $P_3$ ,  $P_2$  и  $P_1$  и используемого при составлении паспортов перспективных урановых объектов, выделяемых для проведения поисков на основе результатов работ ГДП-200.

*Обобщающие работы,* выполненные сотрудниками Отдела, связаны с прогнозными оценками ураноносности рудных районов страны и совершенствованием методики прогнозирования и поисков. Они оказали существенное влияние на развитие поисково-разведочных работ в отрасли, их направленность и очередность.

Следует подчеркнуть, что научно-методические обобщения базировались на громадном фактическом материале по ураноносности территории и особенностям ее геологического строения и в дальнейшем присутствовали на всех этапах работ по созданию минерально-сырьевой базы урана. В их числе монография «Общие принципы регионального металлогенического анализа и методика составления металлогенических карт или складчатых областей» (1957), авторы А. И. Семенов, В. С. Домарев, Н. К. Морозенко, В. Г. Грушевой, Г. С. Лабазин, К. И. Дворцова, В. И. Серпухов, Е. Н. Горькая, П. М. Татаринев. Книга оказала большое влияние на развитие металлогенической картографии и углубление прогнозно-металлогенических исследований (в СССР и за рубежом). Она стала научно-методической основой составления целого поколения сводных металлогенических карт.

Позже была издана трехтомная монография «Геологические особенности ураноносных районов СССР (закономерности размещения и поисковые признаки промышленных месторождений урана)» [6]. В первом томе (1968 г.) дана характеристика ураноносности докембрийских щитов и байкалит Сибирской платформы и Дальнего Востока. Второй том (1970 г.) посвящен анализу ураноносности палеозойских складчатых областей и чехлов эпипалеозойских платформ. В третьем томе (1970 г.) рассматриваются закономерности размещения и формирования уранового оруденения мезозойско-кайнозойских структур. В монографии подведены итоги более чем 20-летнего изучения урановой геологии в СССР, что во

многим способствовало разработке и внедрению передовых методов прогнозирования и поисков урановых месторождений.

Крупнейшие обобщающие исследования в области урановой геологии в отрасли – комплексные работы по изучению закономерностей размещения и формирования урановых месторождений и прогнозным оценкам отдельных районов и территории СССР в целом, известные как «Работы по проблеме 5». Важный элемент исследований – обобщение закономерностей размещения уранового оруденения в пределах континентальных блоков земной коры, выполненное на основе карты ураноносности мира масштаба 1 : 15 000 000 (рук. Е. Д. Карпова и Ю. М. Шувалов) и завершившееся коллективной монографией (1981) [12]. Классификация урановорудных формаций использована при составлении прогнозно-металлогенической карты СССР и сопредельных стран СЭВ масштаба 1 : 2 500 000 (ред. Н. Ф. Карпов, А. А. Смыслов, В. М. Терентьев). Проведен количественный прогноз уранового оруденения с оценкой прогнозных ресурсов на основе радиогеохимических параметров. В этих исследованиях по единой программе участвовали все производственные и научные организации «Уран-геологоразведки». Коллективом Отдела выполнены региональные обобщения, а также многосторонний углубленный металлогенический анализ территории СССР – монографии «Металлогения урана и тория СССР» под ред. А. А. Смылова, В. М. Терентьева, М. В. Шумилина, 1988) [20] и «Металлогения урана Урало-Монгольского пояса» (ред. Ю. А. Арапов, А. А. Смыслов, В. М. Терентьев, Г. А. Шатков, М. В. Шумилин, 1981) [19]. В них рассмотрены общие вопросы металлогении урана и тория, методики металлогенического районирования и прогнозирования и классификации урановорудных формаций, даны сравнительные характеристики и оценки ураноносности металлогенических поясов, провинций, зон и отдельных районов. Научно обоснован актуальный для территории СССР класс полигенных месторождений урана, известных за рубежом как месторождения типа несогласия [2, 27].

Существенные элементы научных обобщений применительно к ураноносным геологическим обстановкам, рудным формациям, группам методических разработок постоянно освещались в публикациях ВСЕГЕИ и КНТС на всех этапах работ по созданию минерально-сырьевой базы урана в СССР и на современном этапе в России [9, 19, 24].

С учетом важного значения радиогидрогеологических исследований в комплексе прогнозно-металлогенических работ на урановое оруденение учкудукского типа была разработана методика составления погоризонтных радиогидрогеологических карт, апробированная и рекомендованная к использованию [1].

В 2004–2009 гг. сотрудниками Отдела (Ю. М. Шувалов, Ю. Б. Миронов, А. В. Булычев, А. М. Афанасьев, Е. А. Арсентьева и др.) завершены сбор и анализ материалов по ураноносности Монголии. Изданы монографии «Уран Монголии», «Урановые месторождения Монголии», «Дорнотский рудный узел: строение и перспективы», «Металлогения урана Монголии» [22, 39]. Составлены прогнозная на уран карта страны масштаба 1 : 1 500 000 с количественной оценкой запасов и прогнозных ресурсов, паспорта перспективных объектов. Даны рекоменда-

ции по дальнейшему изучению ураноносности территории Монголии. Металлоносность (включая ураноносность) черносланцевых формаций России охарактеризована в монографии «Рифовые, соленосные и черносланцевые формации России» (2015), сопровождаемой атласом мелкомасштабных карт РФ [35].

*Зарубежные работы.* Сотрудники Отдела совместно со специалистами других геологических организаций активно участвовали в создании и совершенствовании минерально-сырьевой базы (МСБ) урана ряда стран Европы и Азии [5, 15].

В 40–60-е годы геологи Отдела принимали участие в открытии ряда месторождений урана в Румынии – АО «Кварцит», Германии – «АО «Висмут», Чехословакии – АО «Яхимовские доли» (рудники), работали на разных урановых предприятиях Западной Европы. Опыт по открытию и разведке урановых месторождений был успешно использован для развития МСБ нашей страны (А. М. Афанасьев, Г. В. Афанасьев, В. К. Кушнеренко, В. М. Медведев, В. Н. Фёдоров и др.). В Китае сотрудниками Отдела в 50-х годах было открыто несколько месторождений урана (В. М. Терентьев). В 2000-х годах оценкой перспектив отдельных районов КНР на различные типы уранового оруденения занимались многие сотрудники ВСЕГЕИ (Г. А. Шатков, Ю. Б. Миронов, С. В. Бузовкин, Э. М. Пинский и др.).

В Монголии в 1970–1990 гг. комплексные прогнозно-геологические работы проводились силами Майской партии ВСЕГЕИ (Г. М. Владимирский, Н. С. Соловьев). Составлены прогнозные на уран карты территории Монголии и отдельных рудных районов. На востоке и в центре страны открыты урановые месторождения, составляющие основу МСБ урана Монголии [22, 25, 29, 39].

Оценка перспектив ураноносности территорий сложного геологического строения проводилась специалистами Отдела в Марокко («Советская урановая миссия» – Б. А. Ермолаев, А. В. Булычев и др., 1976), Иране (Ю. Б. Миронов и др., 2011–2013), Вьетнаме (Ю. Б. Миронов, В. З. Фукс, В. А. Михайлов и др., 2012–2016). Прогнозные на уран работы, часто с количественной оценкой прогнозных ресурсов, всегда осуществлялись на основе применения современных методов регионального металлогенического анализа.

В 2001–2004 гг. совместно с французской компанией КОЖЕМА и предприятием «Урангеологоразведка» осуществлялась полевая экспертная оценка урановых объектов в известных урановорудных районах России (Забайкалье, Восточная Чукотка, Восточный Саян, Анабарский шит и др.). Проводились совместные полевые геологические экспедиции в перспективные районы Монголии, Финляндии и Франции. Совместно с АО «Зарубежгеология» осуществлялась оценка на уран территорий Эфиопии, Зимбабве и ряда других стран Центральной Африки (Ю. Б. Миронов и др., 2011–2015).

Во всех совместных проектах иностранные специалисты всегда высоко ценили методику комплексного регионального металлогенического анализа (школа ВСЕГЕИ).

В 2007 г. при Отделе создана и функционирует Международная урановая группа IUG в рамках IAGOD, основной задачей которой является объединение усилий ученых разных стран в интересах развития современной урановой науки и

практического применения существующих методов и критериев при поиске новых урановых месторождений.

*Дальнейшие направления исследований.* Сегодняшние задачи урановой геологии и металлогении определяются потребностями отрасли и добывающей промышленности. Разработку урановых месторождений в России ведут Приаргунский ГК (Стрельцовский урановорудный район), предприятия «Долматовское» (Урал) и «Хиагда», входящие в структуру АО «Атомредметзолото». Актуальные задачи по приросту их МСБ решает АО «Урангеологоразведка» (Иркутск), входящее в состав корпорации «Росгеология», с которым Отдел связывают многолетние производственные отношения, выполнение прогнозно-геологических работ и составление различных прогнозных карт. В 2000-х годах совместные работы на эндогенное урановое оруденение проводились в Северном Забайкалье (Макарьев, 2006, 2014), в Ачитканском урановорудном районе, в Восточном Саяне и на других перспективных площадях. Работы производственных и научных организаций регламентированы «Планом совместных действий Роснедра и Росатом по укреплению минерально-сырьевой базы России».

Другим важным направлением деятельности Отдела по-прежнему остается участие в проектах ГДП-200 по созданию специализированных карт ураноносности (листы О-49, М-48) и карт полезных ископаемых и закономерностей их размещения (Карелия, Бурятия и др. регионы). Мелко- и среднемасштабные работы направлены на выявление закономерностей размещения уранового оруденения, установление связей урановой и других типов рудной минерализации, решение задач комплексной металлогении, оценку прогнозных ресурсов урана и разработку рекомендаций по дальнейшим

направлениям геологоразведочных работ территорий ряда зарубежных стран (Вьетнам и др.).

Проведение различных прогнозных и минерагенических работ базируется на установлении закономерностей размещения уранового оруденения в различных геологических обстановках и применении комплексного минерагенического анализа.

Любое решение большой и важной проблемы (так уж устроен мир!) в большинстве случаев приводит к забвению роли отдельных личностей в открытии и судьбе месторождений. Хотелось бы вспомнить имена сотрудников Отдела, отмеченных Правительством страны за их многолетнюю плодотворную деятельность.

**Лауреат Ленинской премии:** Семенов Александр Ильич. **Лауреаты Государственной премии:** Билибин Юрий Александрович, Бобров Владимир Алексеевич, Грушевой Владимир Гаврилович, Грушевой Гавриил Владимирович, Иванова Таисия Николаевна, Карпова Екатерина Дмитриевна, Семенов Александр Ильич, Унксов Василий Алексеевич, Шабаров Николай Васильевич. **Лауреаты премии Министерства геологии СССР:** Радюкевич Николай Михайлович, Шор Генрих Матвеевич. **Награждены почетным знаком «Первооткрыватель месторождения»** Алексеев Юрий Афанасьевич (дважды), Дворцова Клавдия Ильинична, Никольский Александр Петрович, Харламов Михаил Георгиевич. **Заслуженные геологи:** Грушевой Гавриил Владимирович, Карпунин Анатолий Михайлович, Терентьев Владимир Михайлович, Харламов Михаил Георгиевич, Шувалов Юрий Михайлович, Шатов Виталий Витальевич. **Лауреат премии им. А.П. Карпинского Правительства Санкт-Петербурга** Плюшев Евгений Витальевич.

Зародившаяся в Отделе и постоянно развивающаяся металлогения урана оформилась как само-



Сотрудники ОГУМРЭ. Май, 2017 г.



стоятельное научное направление и получила широкое признание. Дальнейшее развитие урановой геологии и металлогении наиболее эффективно на основе традиционной научной школы ВСЕГЕИ, опыта старших поколений, энергии и энтузиазма молодых сотрудников и ученых.

Работы, выполненные геологами Отдела за 70 лет, дают возможность научным и производственным организациям проводить поисковые и прогнозные исследования с достаточно высокой степенью достоверности и эффективности.

1. Атлас специализированных карт мезозойско-кайнозойских отложений Притяньшанской урановорудной мегапровинции / под ред. М.В. Шумилина, Г.В. Грушевого, Е.М. Шмариовича. — Л.: ВСЕГЕИ, 1986. — 50 с.

2. Афанасьев Г.В., Миронов Ю.Б. Уран в купольных структурах земной коры. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. — 360 с.

3. Билибин Ю.А. Металлогенические провинции и металлогенические эпохи. — М.: Госгеолтехиздат, 1955. — 88 с.

4. Временные рекомендации к содержанию прогнозов на уран карт / отв. ред. Г.В. Нехорошев, И.С. Ожинский. — Л., 1979. — 79 с.

5. Геологи ВСЕГЕИ в создании урановорудной базы страны / под ред. Ю.М. Шувалова, Ю.Б. Миронова, А.М. Карпунина. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2006. — 160 с.

6. Геологические особенности ураноносных районов СССР / под ред. А.И. Семенова. Вып. 1–3. — Л., 1968; 1970.

7. Геологические условия проявления уранового оруденения и вопросы методики крупномасштабного геологического картирования и прогнозирования ураноносных районов / под ред. И.С. Ожинского, Г.Н. Шапошников. — Л., 1971. — 312 с.

8. Геология и металлогения Северного Казахстана / под ред. А.Г. Шендеровича. Ч. 1, 1978. (Приложения: Геологич. и металлогенич. карты м-ба 1:500 000).

9. Геология и металлогения урана Забайкалья и Восточной Монголии / под ред. Ю.М. Шувалова, М.Д. Пельменева. — Л., 1982.

10. Геологическое строение и ураноносность Чу-Сарыуской провинции / под ред. Г.В. Грушевого. — Л., 1980.

11. Глубинное строение и вопросы металлогении Восточного Казахстана / под ред. А.А. Смылова, М.Г. Харламова и др. — Л.: Недра, 1983. — 152 с. (Труды ВСЕГЕИ. Т. 277).

12. Закономерности размещения урановорудных провинций в континентальных блоках земной коры / ред. Ю.М. Шувалов. — Л., 1978. — 190 с.

13. История создания и современное состояние минерально-сырьевой базы урана России / Н.Н. Дундук, И.И. Царук и др. — Иркутск: Урангео, 2015. — 102 с.

14. Крупномасштабное прогнозирование и составление прогнозов на уран карт / отв. ред. В.М. Терентьев, Ю.М. Шувалов. Методические рекомендации. — Л., 1983. — 236 с. + 15 карт.

15. Кушнеренко В.К., Карпунин А.М., Миронов Ю.Б. Особенности радиогеохимии и радиогеоэкологические аспекты Саксо-Тюрингии (Германия) / ред. Ю.Б. Миронов. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2015. — 132 с.

16. Материалы годовых сессий Ученого совета отдела специсследований за 1969–1972 гг. — Л.

17. Металлогеническая прогнозная на уран карта южной части Западной и Средней Сибири м-ба 1:1 000 000 с объясн. зап. / под ред. В.Е. Кудрявцева. — Л., 1977.

18. Методические указания к крупномасштабному специализированному геологическому картированию и составлению карт прогноза в ураноносных и перспективных по урану районах / под ред. А.И. Семенова. 1964. — 176 с.

19. Металлогения урана Урало-Монгольского пояса / под ред. Ю.А. Арапова, А.А. Смылова, В.М. Терентьева, Г.А. Шаткова, М.В. Шумилина. — Л., 1986.

20. Металлогения урана и тория СССР / ред. А.А. Смыслов, В.М. Терентьев, М.В. Шумилин. — М.—Л., 1988. — 252 с.

21. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований / Е.В. Плющев, О.П. Ушаков, В.В. Шатов, Г.М. Беляев. — Л.: Недра, 1981. — 262 с.

22. Миронов Ю.Б. Уран Монголии. — СПб., 2003. — 326 с.

23. Миронов Ю.Б. Начало пути. К 70-летию создания отечественной урановой геологической службы // Регион. геология и металлогения. 2017. № 64. — С. 16–120.

24. Миронов Ю.Б., Карпунин А.М. Урановые месторождения Альпийско-Гималайского пояса // Регион. геология и металлогения. 2017. № 69. — С. 69–79.

25. Геологическое строение и ураноносность Восточной Монголии / под ред. А.А. Смылова, Г.А. Шаткова. — Л., 1981.

26. Плющев Е.В., Шатов В.В., Кашин С.В. Металлогения гидротермально-метасоматических образований. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. — 560 с.

27. Прогнозирование и комплексное изучение рудных районов, перспективных на выявление урановых месторождений типа несогласия. Методическое руководство / под ред. Г.В. Афанасьева; отв. ред. Г.А. Машковцев, Ю.Б. Миронов, А.А. Смыслов и др. — М.: Геокарт, 2006. — 201 с.

28. Промышленные типы урановых месторождений и методика их поисков / под ред. Ю.М. Шувалова. — Л.: Недра, 1984. — 263 с.

29. Прогнозно-металлогеническая на уран карта Забайкалья и Восточной Монголии масштаба 1:1 000 000 / под ред. М.Д. Пельменева, Ю.М. Шувалова. — Л., 1984.

30. Притяньшанская урановорудная мегапровинция / под ред. Г.В. Грушевого, Е.М. Шмариовича. — М.—Л., 1989. — 208 с.

31. Пути совершенствования технологии геологосъемочных работ и комплексных прогнозно-металлогенических исследований: Материалы научно-практического семинара организаций ГлавПУ «Геологоразведка». — Л., 1989. — 124 с.

32. Радиогеохимическое районирование территории СССР / под ред. А.А. Смылова. — Л., 1982.

33. Радиогеохимические исследования / ред. А.А. Смыслов. — М., 1974.

34. Рудные формации Украинского и Алданского щитов / под ред. Т.В. Билибиной. — Л., 1977.

35. Рифовые, соленосные и черносланцевые формации России / Г.А. Беленицкая, Н.Н. Соболев, О.В. Петров, А.М. Карпунин, С.В. Бузовкин, Ю.Б. Миронов и др., отв. ред. Г.А. Беленицкая, О.В. Петров, Н.Н. Соболев. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2015. — 624 с. (Труды ВСЕГЕИ. Новая серия. Т. 355).

36. Рихванов Л.П. Вклад Радиевого института им. В.Г. Хлопина в изучение проблемы радиоактивности и радиоактивных элементов / Л.П. Рихванов, С.В. Хлебников // Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека: материалы V Международной конференции (13–16 сентября 2016 г., Томск). — Томск, 2016. — С. 558–562.

37. Смыслов А.А. Уран и торий в земной коре. — Л.: Недра, 1974. — 231 с.

38. Среднемасштабное прогнозирование и составление прогнозов на уран карт (Методические рекомендации) / отв. ред. Ю.М. Шувалов. — Л., 1988. — 188 с.+4 карты.

39. Урановые месторождения Монголии / Ю.Б. Миронов, А.М. Афанасьев, А.В. Бульчев, ред. Ю.Б. Миронов, Ю.М. Шувалов. — СПб.: ВСЕГЕИ, 2009. — 304 с.

40. Урановорудные районы Южного Тянь-Шаня / под ред. Е.Д. Карповой. — Л., 1975.

41. Химическое выветривание и проблемы уранового рудообразования / под ред. А.А. Смылова, В.Е. Кудрявцева. — Л., 1983.

1. Atlas specializirovannykh kart mezozoysko-kaynozoyiskikh otlozheniy Prityan'shanskoy uranovorudnoy megaprovincii [Atlas of specialized maps of the Mesozoic-Cenozoic deposits of the Prityanshan uranium ore megaprovince]. Ed. by M.V. Shumilin, G.V. Grushevoy, E.M. Shmariovich. Leningrad: VSEGEI. 1986. 50 p.
2. Afanasyev G.V., Mironov Yu.B. Uran v kupol'nykh strukturakh zemnoy kory [Uranium in the dome structures of the earth's crust]. St. Petersburg: VSEGEI Publishing House. 2010. 360 p.
3. Bilibin Yu.A. Metallogenicheskie provincii i metallogenicheskie ehposhi [Metallogenetic provinces and metallogenic epochs]. Moscow: Geosoltekhizdat. 1955. 88 p.
4. Vremennyye rekomendatsii k sodержaniyu prognoznykh na uran kart [Temporary recommendations for the content of forecasted uranium cards]. Ed. by G.V. Nekhoroshev, I.S. Vozhinsky. Leningrad. 1979. 79 p.
5. Geologi VSEGEI v sozdaniy uranovorudnoy bazy strany [Geologists of VSEGEI in the creation of uranium ore base of the country]. Ed. by Yu.M. Shuvalov, Yu.B. Mironov, A.M. Karpunin. St. Petersburg: VSEGEI. 2006. 160 p.
6. Geologicheskie osobennosti uranonosnykh rayonov SSSR [Geological features of uranium-bearing regions of the USSR]. Ed. by A.I. Semenov. Iss. 1–3. Leningrad. 1968; 1970.
7. Geologicheskie usloviya proyavleniya uranovogo orudneniya i voprosy metodiki krupnomasshtabnogo geologicheskogo kartirovaniya i prognozirovaniya uranonosnykh rayonov [Geological conditions of uranium mineralization and methods of large-scale geological mapping and forecasting of uranium-bearing areas]. Ed. by I.S. Ozhinsky, G.N. Shaposhnikov. Leningrad. 1971. 312 p.
8. Geologiya i metallogeniya Severnogo Kazakhstana [Geology and metallogeny of Northern Kazakhstan]. Ed. by A.G. Shenderov. Pt. I. 1978. (Applications: Geological and metallogenic maps of scale 1:500,000).
9. Geologiya i metallogeniya urana Zabaykal'ya i Vostochnoy Mongolii [Geology and metallogeny of uranium of Transbaikalia and Eastern Mongolia]. Ed. by Yu.M. Shuvalov, M.D. Pelmenev. Leningrad. 1982.
10. Geologicheskoe stroenie i uranomosnost' Chu-Saryuskoj provincii [Geological structure and uranium of the Chu-Sarysu province]. Ed. by G.V. Grushevoy. Leningrad. 1980.
11. Glubinnoe stroenie i voprosy metallogenii Vostochnogo Kazakhstana [Deep structure and questions of metallogeny of East Kazakhstan]. Ed. by A.A. Smyslov, M.G. Kharlamov et al. Leningrad: Nedra. 1983. 152 p. (Proceedings VSEGEI. Vol. 277).
12. Zakonomernosti razmeshcheniya uranovorudnykh provinciy v kontinental'nykh blokakh zemnoy kory [Regularities in the location of uranium ore provinces in continental blocks of the earth's crust]. Ed. by Yu.M. Shuvalov. Leningrad. 1978. 190 p.
13. Istoriya sozdaniya i sovremennoe sostoyanie mineral'no-syr'evoy bazy urana Rossii [The history of creation and the current state of the mineral resource base of uranium in Russia]. Ed. by N.N. Dundukov, I.I. Tsaruk et al. Irkutsk: Urangeo. 2015. 102 p.
14. Krupnomasshtabnoe prognozirovanie i sostavlenie prognoznykh na uran kart. Metodicheskie rekomendatsii [Large-scale forecasting and compilation of uranium forecast maps. Methodical recommendations]. Ed. by V.M. Terentyev, Yu.M. Shuvalov. Leningrad. 1983. 236 p. 15 maps.
15. Kushnerenko V.K., Karpunin A.M., Mironov Yu.B. Osobennosti radiogeohimii i radiogeokologicheskie aspekty Sakso-Tyuringii (Germaniya) [Features of radio geochemistry and radiogeocological aspects of Saxo-Thuringia (Germany)]. Ed. by Yu.B. Mironov. St. Petersburg: VSEGEI. 2015. 132 p.
16. Materialy godichnykh sessiy Uchenogo soveta otbela spetsissledovaniya za 1969–1972 g. [Materials of the annual sessions of the Academic Council of the Special Studies Department for 1969–1970]. Leningrad. 1972.
17. Metallogenicheskaya prognoznaya na uran karta yuzhnoy chasti Zapadnoy i Sredney Sibiri m-ba 1:1 000 000 s ob'yasnitel'noy zapiskoy [Metallogenic forecast uranium map of the southern part of Western and Central Siberia scale 1:1,000,000 with an explanatory note]. Ed. by V.E. Kudryavtsev. Leningrad. 1977.
18. Metodicheskie ukazaniya k krupnomasshtabnomu specializirovannomu geologicheskomu kartirovaniyu i sostavleniyu kart prognoza v uranonosnykh i perspektivnykh po uranu rayonah [Methodical instructions for large-scale specialized geological mapping and compilation of forecast maps in uranium-bearing and promising areas for uranium]. Ed. by A.I. Semenov, 1964. 176 p.
19. Metallogeniya urana Uralo-Mongol'skogo poyasa [Metallogeny of uranium of Ural-Mongolian belt]. Ed. by Yu.A. Arapov, A.A. Smyslov, V.M. Terentyev, G.A. Shatkov, M.V. Shumilin, Leningrad. 1986.
20. Metallogeniya urana i toriya SSSR [Metallogeny of uranium and thorium of the USSR]. Ed. by A.A. Smyslov, V.M. Terentyev, M.V. Shumilin. Moscow–Leningrad. 1988. 252 p.
21. Metodika izucheniya gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy [Methods of study of hydrothermal-metasomatic formations]. Ed. by E.V. Plyushchev, O.P. Ushakov, V.V. Shatov, G.M. Belyaev. Leningrad: Nedra. 1981. 262 p.
22. Mironov Yu.B. Uran Mongolii [Uranium of Mongolia]. St. Petersburg. 2003. 326 p.
23. Mironov Yu.B. The beginning of the way. To the 70th anniversary of the creation of the domestic uranium geological service. *Region. geologiya i metallogeniya*. St. Petersburg: VSEGEI. 2017. No 64, pp. 116–120. (In Russian).
24. Mironov Yu.B., Karpunin A.M. Uranium deposits of the Alpine-Himalayan belt. *Region. geologiya i metallogeniya*. St. Petersburg: VSEGEI. 2017. No 69, pp. 69–79. (In Russian).
25. Geologicheskoe stroenie i uranomosnost' Vostochnoy Mongolii [The geological structure and uranium content of Eastern Mongolia]. Ed. by A.A. Smyslov, G.A. Shatkov. Leningrad. 1981.
26. Plyushchev E.V., Shatov V.V., Kashin S.V. Metallogeniya gidrotermal'no-metasomaticheskikh obrazovaniy [Metallogeny of hydrothermal-metasomatic formations]. St. Petersburg: Publishing house VSEGEI. 2012. 560 p.
27. Prognozirovanie i kompleksnoe izuchenie rudnykh rayonov, perspektivnykh na vyyavlenie uranovykh mestorozhdeniy tipa nesoglasiya. Metodicheskoe rukovodstvo [Forecasting and comprehensive study of ore areas promising to identify uranium deposits of the type of disagreement. Methodical guidelines]. Ed. by G.V. Afanasyev, G.A. Mashkovtsev, Yu.B. Mironov, A.A. Smyslov et al. Moscow: Geokart. 2006. 201 p.
28. Promyshlennyye tipy uranovykh mestorozhdeniy i metodika ih poiskov [Industrial types of uranium deposits and methods of their search]. Ed. by Yu.M. Shuvalov. Leningrad: Nedra. 1984. 263 p.
29. Prognoznno-metallogenicheskaya na uran karta Zabaykal'ya i Vostochnoy Mongolii masshtaba 1:1 000 000 [Forecast-metallogenic uranium map of Transbaikalia and East Mongolia, scale 1:1,000,000]. Ed. by M.D. Pelmenev, Yu.M. Shuvalov. Leningrad. 1984.
30. Prityan'shanskaya uranovorudnaya megaprovinciya [Prityanshan uranium ore megaprovince]. Ed. by G.V. Grushevoy, E.M. Shmariovich. Moscow–Leningrad. 1989. 208 p.
31. Puti sovershenstvovaniya tekhnologii geologos'emochnykh rabot i kompleksnykh prognozno-metallogenicheskikh issledovaniy: Materialy nauchno-prakticheskogo seminara organizatsiy GlavPU «Geologorazvedka» [Ways to improve the technology of geological survey work and complex predictive-metallogenetic research. Materials of the scientific and practical seminar of organizations of the GlavPU «Geologorazvedka»]. Leningrad. 1989. 124 p.
32. Radiogeohimicheskoe rayonirovanie territorii SSSR [Radiogeochemical zoning of the territory of the USSR]. Ed. by A.A. Smyslov. Leningrad. 1982.
33. Radiogeohimicheskie issledovaniya [Radiogeochemical research]. Ed. by A.A. Smyslov. Moscow. 1974.

34. Rudnye formacii Ukrainского i Aldanskogo shchitov [Ore formations of the Ukrainian and Aldan shields]. Ed. by T.V. Bilibina. Leningrad. 1977.
35. Rifovye, solenosnye i chernoslanцевые formacii Rossii [Reef, saline and black shale formations of Russia]. Ed. by G.A. Belenickaya, N.N. Sobolev, O.V. Petrov, A.M. Karpunin, S.V. Buzovkin, Yu.B. Mironov i dr., Ex. ed. G.A. Belenickaya, O.V. Petrov, N.N. Sobolev. St. Petersburg: Publishing house of VSEGEI. 2015. 624 p.
36. Rikhvanov L.P., Khlebnikov S.V. The contribution of the Radium Institute named after V.G. Khlopin in the study of the problem of radioactivity and radioactive elements. *Radioactivity and radioactive elements in human habitat: materials of the V International Conference (September 13–16, 2016, Tomsk)*. Tomsk. 2016. Pp. 558–562. (In Russian).
37. Smyslov A.A. Uran i toriy v zemnoy kore [Uranium and thorium in the earth's crust]. Leningrad: Nedra. 1974. 231 p.
38. Srednemashtabnoe prognozirovanie i sostavlenie prognoznykh na uran kart (Metodicheskie rekomendacii) [Medium-scale forecasting and compilation of uranium forecast maps (Methodical recommendations)]. Ed. by Yu.M. Shuvalov. Leningrad. 1988. 188 p. 4 maps.
39. Mironov Yu.B., Afanasyev A.M., Bulychev A.V. Uranovye mestorozhdeniya Mongolii [Uranium deposits of Mongolia]. Ed. by Yu.B. Mironov, Yu.M. Shuvalov. St. Petersburg: VSEGEI. 2009. 304 p.
40. Uranovorudnye rayony Yuzhnogo Tyan'-Shanya [Uranium-ore regions of the Southern Tien Shan]. Ed. by E.D. Karpova. Leningrad. 1975.
41. Himicheskoe vyvetrивание i problemy uranovogo ru-doobrazovaniya [Chemical weathering and the problems of uranium ore formation]. Ed. by A.A. Smyslov, V.E. Kudryavtsev. Leningrad. 1983.

---

*Юрий Борисович Миронов* – доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Yuri\_Mironov@vsegei.ru>  
*Анатолий Михайлович Карпунин* – канд. геол.-минер. наук, ст. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ<sup>1</sup>. <Anatoly Karpunin@vsegei.ru>

*Yuriy Borisovich Mironov* – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Head of the entire department VSEGEI<sup>1</sup>.  
 <Yuri\_Mironov@vsegei.ru>

*Anatoly Mihaylovich Karpunin* – Candidat of Geological and Mineralogical Sciences, Senior Researcher, VSEGEI<sup>1</sup>.  
 <Anatoly Karpunin@vsegei.ru>

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

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