

90



УЧЕНЫЙ -
ОРГАНИЗАТОР -
УЧИТЕЛЬ

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА
ВЛАДИМИРА ЕМЕЛЬЯНОВИЧА БОЙЦОВА

МГРИ-РГГРУ - ВИМС

2014

УДК 551(092)

У 91 УЧЕНЫЙ – ОРГАНИЗАТОР – УЧИТЕЛЬ. К 90-летию со дня рождения профессора Владимира Емельяновича Бойцова. Сборник / Под. ред. А.А.Верчебы, Г.А.Машковцева. – М.: ВИМС – МГРИ-РГГРУ, 2014. 245 с. ISBN 978-5-901837-98-6

Составители: д.г-м.н. И.Г. Печенкин, д.г-м.н. А.А. Верчеба,
к.г-м.н. Н.А. Гребенкин

*Рецензент: кандидат геолого-минералогических наук
И.Ф. Вольфсон (Росгео)*

Сборник посвящен 90-летию со дня рождения профессора В.Е.Бойцова. В него вошли избранные труды ученого, воспоминания его соратников и учеников, а также ряд статей специалистов в области изучения месторождений урана и золота.

Все статьи представлены в авторской редакции.

ISBN 978-5-901837-98-6

**© ВИМС – МГРИ-РГГРУ, 2014
© Коллектив авторов, 2014**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
К 90-летию со дня рождения профессора Владимира Емельяновича Бойцова.....	5
ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ	8
<i>Бойцов В.Е.</i> Новая научная школа – урановая геология.....	9
<i>Бойцов В.Е., Верчеба А.А.</i> Подготовка кадров по созданию минерально-сырьевой базы атомной энергетики.....	19
<i>Бойцов В.Е.</i> Атомный щит России.....	26
<i>Бойцов В.Е.</i> Поиски смоляного камня (Очерк истории отечественной урановой геологии).....	32
<i>Бойцов В.Е.</i> Когда золото и уран – в одной связке.....	40
<i>Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н., Дорожкина Л.А.</i> Золоторудные и золотоурановые месторождения Центрально-Алданского рудного района.....	43
<i>Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н.</i> Оценка общей рудоносности Эльконского рудного узла и Центрально-Алданского рудного района в целом.....	74
<i>Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н., Жданов А.В.</i> Модели образования золотых и золотоурановых месторождений Центрально-Алданского рудного района.....	78
ВОСПОМИНАНИЯ СОРАТНИКОВ И УЧЕНИКОВ	80
<i>Бойцов А.В.</i> Воспоминания об отце.....	81
<i>Верчеба А.А.</i> Профессор В.Е. Бойцов – мой учитель и товарищ.....	100

Повесть о настоящем человеке	106
<i>Заварзин А.В.</i> Всю жизнь вместе.....	107
<i>Тарханов А.В.</i> Наш советский эпикуреец.....	113
<i>Солнцева Е.</i> О человеке с открытым щедрым сердцем.....	119
<i>Верчеба А.А.</i> История кафедры геологии месторождений полезных ископаемых имени профессора В.Е. Бойцова.....	121
<i>Камнев Е.Н.</i> Вспоминая Владимира Емельяновича.....	132
<i>Фролов А.А.</i> О Владимире Емельяновиче Бойцове.....	133
<i>Жданов А.В., Имамендинов Б.Н.</i> Наш учитель.....	136
ТРУДЫ УЧЕНИКОВ	139
<i>Бойцов А.В.</i> Подземное выщелачивание урана: история, состояние и перспективы развития.....	140
<i>Васильев Н.Ю., Мострюков А.О.</i> О факторах локализации и прогноза оруденения по численным характеристикам разуплотнения горных пород в тектонических процессах.....	150
<i>Никитина Е.С., Прохоров Д.А.</i> Особенности геологического строения уранового месторождения Кореткондинское.....	166
<i>Тюленева В.М., Быстров И.Г., Расулова С.Д., Каминов Б.Ю.</i> Особенности комплексных органо-фосфатных руд в Ергенинском районе Калмыкии.....	180
<i>Гребенкин Н.А.</i> Особенности и последовательность формирования гидротермально-метасоматических урановых концентраций Чарского района.....	196
<i>Никитина Е.С., Прохоров Д.А.</i> Геологическое строение уранового месторождения Намару и минералого- геохимические особенности руд и рудовмещающих пород (Витимский урановорудный район).....	211
ФОТОАЛЬБОМ	225

К 90-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА ВЛАДИМИРА ЕМЕЛЬЯНОВИЧА БОЙЦОВА



26.10.1924 – 24.02.2011 гг.

Владимир Емельянович Бойцов, профессор Российского государственного геологоразведочного университета имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), доктор геолого-минералогических наук, действительный член Академии горных наук (АГН), Международной академии минеральных ресурсов (МАМР) и Российской академии естественных наук (РАЕН), Заслуженный геолог России, видный ученый в области металлогении и геологии рудных месторождений стратегических видов полезных ископаемых, председатель специализированного диссертационного совета МГРИ-

РГГРУ по присуждению ученых степеней докторов и кандидатов наук, член экспертного совета ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Закончив с отличием Московский институт цветных металлов и золота в 1950 г., по распределению работал в Чехословакии на различных должностях: от геолога до начальника геологоразведочной экспедиции. Геологоразведочные работы под его руководством и при непосредственном участии были весьма результативны. При его непосредственном участии были открыты, разведаны и переданы в эксплуатацию крупные урановые месторождения (Заднеходовское, Длажковское, Кладское и др.), на основе которых создана уникальная в Европе сырьевая база стратегического вида минерального сырья.

С 1951 г. он занимался изучением урановых и золоторудных месторождений Чехословакии, Германии, Болгарии, Сибири, Забайкалья, Средней Азии и Казахстана. Выполненные при его непосредственном участии и под его руководством научные работы внесли большой вклад в изучение геологического строения, минерального состава и закономерностей локализации месторождений, способствовали более целенаправленному проведению поисково-разведочных и горных работ, расширению сырьевой базы действующих горнодобывающих предприятий. Его рекомендации, основанные на большом личном производственном и научном опыте, носят конкретный характер и широко используются в настоящее время геологами-производственниками.

С 1963 г. В.Е. Бойцов трудился на различных должностях в МГРИ, а в течение 14 лет (1974-1988 гг.) был проректором вуза по научной работе. Под его руководством в МГРИ была создана научно-исследовательская часть, сотрудники которой проводили научные изыскания по расширению МСБ страны во многих регионах СССР. В 1976 г. В.Е. Бойцов был избран заведующим кафедрой геохимии, минералогии и геологии месторождений редких и радиоактивных элементов МГРИ, а с 1993 г. возглавлял кафедру геологии месторождений полезных ископаемых, развитию которой отдавал все свои силы до последних дней жизни. В.Е. Бойцов умело передавал

свой богатый опыт геолога-первопроходца молодому поколению, и студенты МГРИ-РГГРУ любили профессора В.Е. Бойцова за его уникальный геологический магнетизм и жизнелюбие.

В.Е. Бойцов долгое время возглавлял Совет ветеранов Университета и проводил активную работу по патриотическому, культурному и профессиональному воспитанию студентов, магистрантов, аспирантов и докторантов.

За большой вклад в развитие минерально-сырьевой базы России, подготовку высококвалифицированных геологов для многих стран мира, успешное сотрудничество с геологической общественностью профессор В.Е. Бойцов награжден орденами «Дружба народов», «Знак почета», медалью ЧССР «За доблестный труд», знаками «Шахтерская слава» I, II и III степени, нагрудными знаками «Почетный разведчик недр» и «Заслуженный геолог Российской Федерации».

Ректорат МГРИ-РГГРУ, Дирекция ФГУП Всероссийского института минерального сырья (ГУП «ВИМС»), Дирекция Института минеральных ресурсов МГРИ-РГГРУ, Научно-образовательный центр МГРИ-РГГРУ – ФГУП «ВИМС», кафедра геологии месторождений полезных ископаемых имени профессора В.Е. Бойцова, Школьный факультет МГРИ-РГГРУ.

ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ

НОВАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА — «УРАНОВАЯ ГЕОЛОГИЯ»*

Немецкий химик Мартин Клапрот в 1789 г. открыл новый химический элемент и назвал его «Уран». В греческой мифологии Уран — бог неба, супруг богини Земли — Геи. Они стали родителями богов первого поколения — титанов и титаноидов.

Девяносто второй элемент периодической системы Д.И.Менделеева долгие годы не привлекал внимания.

Соли урана использовались как красители в стекольной и керамической промышленности. Повышенный интерес к урану возник на пороге XX в. после открытия А. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивного излучения и получения Пьером и Марией Кюри из урановой руды новых химических элементов — полония и радия. После этого проблемой получения радия заинтересовались многие развитые страны.

Впервые на уран как новый источник энергии обратил внимание академик В.И.Вернадский. В 1914 г. он написал: «источник огромной энергии в миллион раз превышает все источники сил, какие рисовались человеческому воображению. Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направить ее на добро, а не на самоуничтожение?».

Гениальное предсказание В.И. Вернадского и интерес к урану в нашей стране стал возрастать с 1939 г., когда советскими учеными Г.Н. Флеровым и П. Петержаком было открыто явление спонтанного деления атомных ядер урана, показавшее огромные энергетические ресурсы этого элемента. В ряде стран начались исследования по применению урана в военных целях. В США работами по созданию атомной бомбы руководил генерал Гровс по манхэттеновскому проекту.

Весной 1942 г., в тяжелые годы Великой Отечественной войны, в нашей стране уже были собраны важные документы и справки по

* Рахведка и охрана недр № 10, 2005. С. 101-104.

атомным делам. В Кремле все эти секретные материалы поступали для теоретического анализа И.В. Курчатову. Это было началом атомного века нашей страны.

Результаты работ по созданию атомной бомбы впервые были официально провозглашены президентом США Г. Трумэном на Потсдамской конференции 25 июля 1945 г. После окончания заседания он подошел к главе советской делегации И.В. Сталину и через переводчика Павлова сказал: «У нас в США создана новая бомба невероятно большой силы». Сталин внешне никак не отреагировал на это сообщение, но в тот же вечер переговорил с И.В. Курчатовым об ускорении нашей работы в этой отрасли.

В подтверждение заявления президента США 6 августа и 9 августа 1945 г. были сброшены бомбы на японские города Хиросима и Нагасаки. Поскольку исход войны с империалистической Японией был уже предрешен, взрывы атомных бомб преследовали политические цели. В Вашингтоне был разработан план, по которому США и Англия нанесут атомный бомбовый удар по 20 городам Советского Союза. В списке были: Москва, Ленинград, Горький, Куйбышев, Свердловск, Новосибирск и другие крупные промышленные центры.

Активизация работы по атомной программе приобретает особую актуальность и возникает необходимость перехода от теоретических разработок к их практической реализации. Перед геологической службой страны была поставлена первоочередная задача: создание надежной сырьевой базы урана.

К 1940 г. в Средней Азии СССР было известно всего пять мелких урановых месторождений: Табошар, Адрасман, Майлису, Уйгурсай и Тюя-Муюн.

Как вспоминал впоследствии один из руководителей атомной программы Е.П. Славский, в первый реактор был загружен практически весь имевшийся в стране уран. На замену «выгоревшего» топлива урана не оставалось.

В 1944 г. постановлением правительства в стране была создана специализированная геологическая служба по урановому сырью.

Геология урана оказалась весьма специфической областью геологии. Уникальные геохимические свойства этого элемента (переменная валентность, амфотерность, высокая подвижность) определили необычайное разнообразие типов его природных концентраций. Специфическая особенность заключается в необходимости использования радиометрических методов при изучении урановых руд, их поисках, разведке и разработке. Все это определило целесообразность организации специальной подготовки геологов, геофизиков, горняков. Такая подготовка специалистов по урану была организована в 1948 г. на специальных факультетах в МИЦМиЗе, МГРИ, а в дальнейшем в ряде других вузов (Томском политехническом, Свердловском горном и др.).

Основателями новой научной школы были выдающиеся ученые в области геологии, минералогии и геохимии: акад. А.Г. Бетехтин, В.И. Смирнов, проф. Ф.И. Вольфсон, М.Ф. Стрелкин, В.Н. Котляр, А.А. Якжин; по радиометрии проф. В.И. Баранов, по разработке месторождений радиоактивных руд проф. Г.Н. Попов.

Учебный процесс на спецфаке сопровождался хорошей производственной практикой в составе экспедиций Первого Главного геологического управления Мингео СССР и в Среднеазиатской экспедиции ИГЕМ, созданной по инициативе акад. Д.И. Щербакова. Большая группа студентов под руководством Ф.И. Вольфсона, М.Ф. Стрелкина, Е.П. Сонюшкина, Н.И. Егорова, Л.И. Лукина, В.И. Драчева проходили производственную практику на урановых рудниках Табошар, Адрасман, Майлису.

Руководство Первого Главка проявляло постоянный интерес к подготовке геологов-уранщиков. Председателем Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК) в МИЦМиЗе в течение многих лет был начальник Главка В.И. Кузменко. Эта традиция контроля за уровнем подготовки специалистов по геологии урана сохранилась до настоящего времени. После В.И. Кузменко председателями ГЭКов были А.П. Рогожин и С.С. Наумов.

Подготовка специалистов по урановой проблематике на спецфаках проводилась не только для нужд отечественной геологии,

но и для многих дружественных стран: КНР, ЧССР, ГДР, БНР, МНР. Особенно большие группы студентов были из Китая, Чехословакии, Болгарии. Многие из выпускников стали крупными руководителями урановой отрасли в своих странах.

Первый выпуск геологов-уранщиков состоялся в ноябре 1950 г. Выпускники спецфаков приняли активное участие в создании и развитии сырьевой базы урана, в развитии теории уранового рудогенеза, в совершенствовании методики поисков и разведки урановых месторождений. В числе первых выпускников были Н.Л.Лаверов, В.И.Казанский, В.Е.Бойцов, Ф.К.Портнов, В.И.Калинкин, Г.П.Полуаршинов, И.А.Милованов, А.В.Заварзин, Л.В. Хорошилов, Б.Л. Рыбалов, М.В. Шумилин, В.И. Величкин, А.А. Фролов и многие другие. Активно включившись в ускоренный режим трудовой жизни страны, они стали известными геологами-производственниками, учеными, руководителями предприятий и научно-исследовательских институтов.



Советские геологи-уранщики в Чехословакии, 1954 г: Заварзин А.В., Милованов И.А., Портнов Ф.К., Бойцов В.Е. и др. Работали в ЧСУП и СГАО «Висмут» на руководящих должностях.

Выпускники спецфаков внесли большой вклад в создание и развитие сырьевой базы урана не только в нашей стране, но и в Чехословакии, ГДР, Болгарии, Румынии, Венгрии, Китае, Монголии. В чехословацкой урановой промышленности с 1950 г. активно работала большая группа выпускников спецфака МИЦМиЗа. При их активном участии значительно увеличены запасы и добыча урана на известных месторождениях Яхимова и Пршибрана, открыты новые месторождения в Западной Чехии — Задний Ходов, в Моравии — Рожна и Олши. В осадочном чехле меловых песчаников Северной Чехии выявлено крупное гидрогенное месторождение Гамр. Большая группа выпускников спецфака была направлена на работу в ГДР (СГАО «Висмут»). Это Б.П. Рыбалов, А.Г. Щепетильников, Ф.К. Портнов, В.И. Величкин и другие. При их участии значительно увеличены запасы крупнейшего уранового месторождения жильного типа Шлема-Альберода, выявлены, разведаны и активно эксплуатировались крупные месторождения в черносланцевой формации Ронненбургского рудного поля. В Румынии при активном участии советских геологов, в том числе и выпускников спецфаков, было выявлено уникальное по геологическому строению месторождение Бихор в форме пластовой залежи пермских среднезернистых песчаников, сцементированных урановой смолкой. В Болгарии советскими и болгарскими геологами, обучавшимися на спецфаках московских вузов, выявлено и отработано урановое месторождение Бухово. В результате в течение нескольких лет в странах Европы была создана мощная сырьевая база урана и отечественная атомная промышленность получила достаточное количество богатой урановой руды.

На территории Советского Союза поисково-разведочные работы на уран начали проводиться с 1945 г. Для более целенаправленного поиска и разведки урановых месторождений в Мингео СССР созданы Первое Главное геологическое управление и входящие в его состав экспедиции: Кировская, Невская, Кольцовская, Волковская, Степная, Березовская, Сосновская, Таежная, Приленская, Краснохолмская.

Первым руководителем Главка был назначен В.И. Кузьменко, а с 1962 г. — Н.Ф. Карпов — Герой Социалистического труда, лауреат Сталинской (1954) и Государственной (1968) премий СССР. Начальником экспедиций и главными геологами назначались талантливые выпускники спецфаков московских и других вузов: В.Н. Низовский, В.И. Калинин, Г.М. Комарницкий, М.Я. Дара, М.Д. Пельменев и др. Благодаря целенаправленной плодотворной деятельности Первого Главка и его региональных экспедиций в Советском Союзе создана крупнейшая в мире серьезная база урана.

Одними из первых вновь открытых урановых месторождений были Первомайское и Желторечное месторождения в железистых кварцитах Криворожского бассейна. Для изучения его ураноносности создана Кировская экспедиция, открывшая на Украине более двадцати урановых месторождений. Существенный вклад в изучение и освоение новых типов урановых месторождений в железистых кварцитах и альбититах внесли выпускники наших вузов: В.Н. Низовский — ген. директор Кировского ПГО, лауреат Государственной премии (1974); Б.Г. Баташов — главный геолог Восточного ГОКа; А.В. Тарханов — главный научный сотрудник ВНИИХТ.

Большие объемы поисково-разведочных работ на уран проводились на территории Казахстана и Узбекистана силами геологов Степного, Волковского и Краснохолмского ПГО. Начальниками и ведущими геологами здесь были выпускники спецфаков МИЦМиЗа и МГРИ: В.И. Калинин, М.Я. Дара, И.М. Остроконь.

Одним из первых в Кызылкумах было выявлено, разведано и передано в эксплуатацию месторождение нового для Советского Союза песчаникового типа — Учкудук. Впоследствии оно стало своего рода эталоном месторождений учкудукского типа. Подобные месторождения были выявлены в других рудных районах Кызылкумской рудной провинции и на территории Казахстана. На базе этих месторождений был разработан новый прогрессивный геотехнологический метод добычи урановых руд способом

подземного выщелачивания. В разработку этого способа добычи существенный вклад внесли выпускники спецфаков: Д.П.Лобанов, Л.И.Лунев, Н.А.Пучков, С.В.Маркелов, Н.Г.Попов и многие другие.

Кроме уникальных по запасам месторождений в песчаниках на территории Казахстана выявлен новый тип урановых месторождений, выделенный в самостоятельную уран-молибденовую рудную формацию. Это месторождения Бота-Бурум, Маныбай, Восток, Ишимское, Звездное и др. Результаты их изучения опубликованы в трудах выпускников спецфака МИЦМиЗа Н.П.Лаверова, Б.П.Власова, И.В.Мельникова, Г.А.Тананаевой, И.М.Баюшкина. На этих месторождениях Б.И. Омеляненко выделил новый тип низкотемпературных метасоматитов и назвал их по режимным соображениям «эйситы», якобы по аналогии с месторождением «Эйсфей» в Канаде.

Когда геологический фонд сравнительно легко открываемых месторождений в бескрайних просторах Среднеазиатских республик был в основном исчерпан, поиски урана начали перемещаться на восток, в горно-таежные районы Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Наиболее существенными результатами этих работ было выявление двух уникальных по геологическому строению и масштабу запасов урановорудных объекта в Юго-Восточном Забайкалье и на Центральном Алдане.

В Забайкалье поиски урана проводились силами геологов ГГП «Сосновгеология». Наземными и аэрометрическими поисками в масштабах 1:50000 и 1:25000 на всей территории Южного Приаргуныя было выявлено большое количество рудопроявлений урана и радиоактивных аномалий. При проверке все они получили отрицательную оценку. Заслугой геологов Сосновской экспедиции является то, что они эффективно использовали богатый опыт, полученный при изучении процессов рудогенеза на известных урановых месторождениях и ориентировали глубинные поиски на выявление возможного скрытого оруденения. Потребовалось 15 лет от начала поисков в этом районе до открытия месторождений Стрельцовского рудного поля. Лишь в 1963 г. разведочные скважины

на глубине около 200 м вскрыли промышленное урановое оруденение. С этого времени началась эффективная буровая разведка месторождений. К 1967 г. Стрельцовское рудное поле определилось как крупный промышленно важный урановорудный район, уникальный по масштабу запасов и качеству руд.

Всестороннее изучение геологических особенностей месторождений и района проводилось силами геологов экспедиции 324 ПГО «Сосновгеология», многих научно-исследовательских и учебных институтов. Существенный вклад в изучение этих месторождений внесли и представители новой школы геологов-уранщиков, накопившие к этому времени солидный научный и производственный опыт — М.В.Шумилин, В.А.Викентьев, А.В.Заварзин, И.В.Мельников, Е.А.Пятов, В.Я.Горст и др.

В Центральном-Алданском районе геологами ПГО «Приленскгеология» в 1960–1980-е годы выявлен и разведан ряд месторождений в минерализованных зонах докембрийского фундамента Эльконского горста. Зоны сформированы в докембрийский период и претерпели мезозойскую тектономагматическую активизацию. Они разведаны по простиранию более 20 км и около 1000 м на глубину. По запасам это уникальные месторождения. Кроме урана в минерализованных зонах Эльконского горста подсчитаны запасы свыше 140 т золота, около 40 тыс. т молибдена и 1000 т серебра.

В настоящее время эти месторождения являются основной резервной базой атомной промышленности России. Затруднения в их промышленном освоении связаны со сложностью технологии переработки руд: уран присутствует в форме браннерита, а золото в тонкодисперсной форме в пирите. В настоящее время продолжается изучение технологических типов и сортов золото-урановых руд. В этой работе принимают активное участие различные поколения школы урановой геологии МГГРУ-(МГРИ), ВНИИХТа, ВИМСа: Г.Н.Пилипенко, А.Л.Никольский, А.В.Тарханов, Л.А.Дорожкина и др.

Кроме этих двух уникальных по запасам урановорудных районов в пределах Зауралья выявлены и разведаны Далматовское и

Хохловское месторождения в песчаных отложениях под мощной (400–500 м) толщей глинистых образований. В восточной части Республики Бурятия осваиваются месторождения Витимского урановорудного района: Хиагдинское, Вершинное, Восточное и пять других месторождений. Все они приурочены к погребенным палеодолинам и имеют сложное геологическое строение. Эти месторождения готовят к разработке способом подземного выщелачивания.

Прошло 55 лет со времени специализированного выпуска геологов-уранщиков. Их труд способствовал созданию в стране самой крупной в мире сырьевой базы урана. По производству урана Советский Союз занимал первое место в мире — 38,3% мирового продукта. За этот период сформировалась новая школа высококвалифицированных специалистов в области геологии урановых месторождений. На смену первым основателям новой научно-производственной школы пришли новые талантливые руководители науки, организаторы производства, воспитатели молодого поколения геологов.

В 1954 г. окончил спецфак МИЦМиЗа Н.П. Лаверов. Он прошел большой жизненный путь от простого деревенского паренька Архангельской области до вице-президента РАН. Работая на ответственных должностях производства и науки, он получил всеобщее признание лидера научной школы геологов России, занятых разработкой теоретических проблем формирования урановых месторождений, поисков и освоения новых источников атомного сырья. Его имя и результаты плодотворной деятельности хорошо известны не только в нашей стране, но и в странах ближнего и дальнего зарубежья.

В 1967 г. окончил МГРИ по урановой специализации Г.А. Машковцев. Вся его научно-производственная деятельность связана с работой в ВИМСе, где он прошел всю иерархическую лестницу от инженера-геолога до директора головного института страны. Его работа связана с изучением геологии и металлогении урана, проблемы эпигенетического рудообразования. Он является лидером

научной школы ВИМСа по оценке промышленной ураноносности крупных регионов России, Средней Азии, Казахстана и Монголии. В этой работе участвуют такие высококвалифицированные специалисты в области урановой геологии, как А.К.Мигута, В.Н.Щеточкин, И.Г.Печенкин и многие другие.

Большой вклад в развитие сырьевой базы урана в нашей стране внес выпускник спецфака 1954 г. М.В. Шумилин, работавший 15 лет (1974–1989) в должности главного геолога концерна «Геологоразведка» Мингео СССР. За освоение месторождений Стрельцовского рудного поля он удостоен Государственной премии (1981). Заведуя кафедрой методики поисков и разведки МГРИ, он активно способствовал развитию научной школы геологов-уранщиков. Многие талантливые выпускники новой научной школы внесли существенный вклад в ее дальнейшее развитие. Это Ф.К.Портнов, Г.М.Комарницкий, М.Д.Пельменев и многие другие.

К сожалению, в современной сложной обстановке несмотря на существенный дефицит между производством и потреблением урана, на постоянный рост цен на уран на мировом рынке (60 долл./кг в 2005 г.), организации не проявляют никакого интереса к подготовке специалистов-уранщиков. Руководство университета неоднократно обращалось в заинтересованные организации с предложениями о целевой подготовке специалистов для отрасли. В университете пока еще сохранились специалисты, долгие годы работавшие на урановых объектах и имеющие опыт педагогической работы. Созданы необходимые учебники и учебные пособия, удалось сохранить уникальную коллекцию урановых руд с основных типов отечественных и зарубежных месторождений. Однако она пока не доступна для использования, так как хранилище требует ремонта в соответствии с требованиями санэпидемстанции.

Мы надеемся, что заинтересованные организации обратят внимание на решение кадровой проблемы и возобновят былое величие созданной в стране школы геологов-уранщиков.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО СОЗДАНИЮ МИНЕРАЛЬНО- СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ*

Впервые в нашей стране в октябре 1945 г. Постановлением Совета Народных комиссаров СССР «О концентрации и специализации поисково-разведочных работ на радиоактивное сырье» были определены высокие темпы геологоразведочных работ на уран. Уже к 1946 г. предусматривалось организовать специализированные территориальные геологические экспедиции по всей территории СССР, передав их в ведение Первому главному геологоразведочному управлению Минсредмаша [2].

Создание сырьевой базы урана потребовало подготовки квалифицированных специалистов по урановой геологии.

С этой целью в некоторых вузах страны были созданы специальные факультеты для подготовки специалистов горно-геологического профиля. Одни из первых факультетов возникли в Московском институте цветных металлов и золота (МИЦМиЗ) и Московском геологоразведочном институте (МГРИ).

Первые выпуски специалистов были направлены на поиски месторождений урана на территории СССР, а также в зарубежные страны Чехословакию, Германскую Демократическую Республику, Болгарию, Китай, Венгрию, Румынию, а также в экспедиции, занимавшиеся попутными поисками урановых месторождений [2].

Молодые специалисты успешно справились с решением новых задач: быстро организовали и возглавили проведение поисково-разведочных работ, разработку урановых месторождений и геологическое обслуживание рудников.

В течение двух-трех лет выпускники спецфакультетов двух московских вузов - МИЦМиЗ и МГРИ стали ведущими руководителями основных геологических подразделений в нашей стране и в ряде зарубежных стран. Высокая квалификация

* Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2007, № 2

специалистов по урановой геологии во многом способствовала созданию в нашей стране надежной сырьевой базы для укрепления обороноспособности страны и развития ядерной энергетики.

Возникновение новой научной школы по геологии урановых месторождений неразрывно связано с именами выдающихся российских ученых: академиков Д.И. Щербакова, А.Г. Бетехтина, В.И. Смирнова, А.А. Саукова, профессоров Ф.И. Вольфсона, М.Ф. Стрелкина, А.Б. Каждана, Д.И. Щеголева, В.Н. Котляра, В.И. Данчева, Т.И. Кайковой, А.И. Перельмана и др. Все они принимали активное участие в подготовке молодых специалистов, обучая их не только в стенах института, но и во время полевых работах и на рудниках [2].

Первые лекции по минералогии и геохимии урана, геологии урановых месторождений и методам поисков и разведки урановых месторождений были в то время основными учебными пособиями для студентов, так как публикаций по геологии, минералогии и геохимии урана практически не было. В 50-е гг. прошлого века была создана одна из первых в стране коллекция основных типов урановых руд отечественных и зарубежных месторождений. Постоянно пополняемая коллекция активно использовалась не только для обучения студентов, но и на курсах повышения квалификации инженерно-технических работников ядерной отрасли. Эта коллекция урановых руд и сегодня хранится в МГРИ-РГГРУ.

Геологи первых выпусков до сих пор творчески работают на руководящих постах в науке, образовании и на производстве. Это вице-президент РАН Н.П. Лаверов, член-корреспондент РАН В.И. Величкин, профессора В.Е. Бойцов, А.В. Тарханов, М.В. Шумилин, Е.Н. Камнев, А.Л. Никольский и др. В 1963 г. решением Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР кафедра геологии, поисков и разведки месторождений руд редких и радиоактивных элементов из МИЦМиЗа была переведена в МГРИ-РГГРУ, ее специалисты стали работать на кафедрах геологии месторождений полезных ископаемых, заведующим которой был избран профессор В.Е. Бойцов, и методики поисков и разведки, которой стал заведовать профессор А.Б. Каждан. С 1964 г. обе

кафедры стали профилирующими по подготовке инженеров геологов по специальности «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений редких и радиоактивных металлов» [2].

Подготовка горных инженеров по добыче и технологической переработке урановых руд начата с 1949 г. на базе МИЦМиЗа. Заслуженным деятелем науки и техники РСФСР, профессором, доктором технических наук Г.Н. Поповым была организована кафедра разработки месторождений редких и радиоактивных металлов. В задачи кафедры входила подготовка горных инженеров, владеющих способами подземной разработки урановых месторождений, научных кадров высокой квалификации в этой области, методическая помощь горным предприятиям, проектным и исследовательским институтам.

В становлении кафедры, организации и проведении учебного процесса активное участие принимали академик М.И.Агошков, профессора Д.П. Лобанов, В.А. Симаков и многие другие ученые. В недрах кафедры в конце 60-х гг. сформировалось новое перспективное направление по добыче урановых руд - геотехнология. К 1970 г. эти работы значительно расширились, что позволило создать новую кафедру геотехнологии руд редких и радиоактивных металлов под руководством профессора Д.П. Лобанова. Здесь прошли подготовку специалисты, владеющие физико-химическими способами разработки руд урановых месторождений [2].

Быстрые темпы развития поисково-оценочных работ базировались на широком использовании радиометрических методов. Для удовлетворения запросов различных организаций в 1952 г. в МГРИ была создана кафедра ядерно-радиометрических методов поисков урановых месторождений, заведующим которой стал профессор В.И. Баранов. На кафедре проводилась разработка методик полевых радиометрических съемок, лабораторного радиометрического анализа горных пород и руд. Сотрудники кафедры участвовали в создании аппаратуры для полевых и лабораторных радиометрических измерений, а также развивали эманационные методы.

В связи с достижениями в развитии методов радиометрии и

ядерной геофизики и их широком внедрении в практику геологоразведочных работ стали читаться новые курсы лекций по радиометрии, Ядерной геофизике, рудничной радиометрии, дозиметрии, комплексированию геофизических методов, подземной геофизики и интерпретации геолого-геофизических данных. В подготовке инженеров-геофизиков по ядерной геофизике и радиометрии принимали активное участие профессора А.Г. Тархов, А.А. Никитин, В.М. Бондаренко, Г.В. Демур, А.С. Сердюкова, Л.В. Горбушина, Д.Ф. Зимин и другие выдающиеся ученые.

Подготовка специалистов для ядерной отрасли продолжается до настоящего времени. За весь период подготовлено около 2500 инженеров-геологов, 2000 инженеров-геофизиков и 3000 горных инженеров по геотехнологии месторождений радиоактивных руд.

Сейчас многие выпускники МГРИ занимают руководящие должности в геологических, геофизических и горнодобывающих службах: генеральный директор ВИМСа, академик РАЕН Г.А. Машковцев, директор ИГЕМ РАН, член-корреспондент РАН Н.С. Бортников, заместитель директора ИГЕМ РАН, член корреспондент РАН В.И. Величкин, заместитель директора ВНИПИП Е.Н. Камнев и многие другие.

К 1945 г. общие запасы урана в стране оценивались в 500 т. Были известны всего пять небольших месторождений: Тюя-Муюн, Табошары, Майлису, Уйгурское и Адрасман.

Качественная подготовка инженерных кадров способствовала сравнительно быстрому созданию сырьевой базы урана и развитию ядерной энергетики.

К 1955 г. запасы урана в СССР составляли около 228000 т., а к 1988 г. СССР вышел на первое место в мире по запасам урановой руды и производству урана [1].

В 90-х гг., после распада СССР, начался резкий спад по разведке, разработке и переработке урановых руд. Прекратилась и целенаправленная подготовка специалистов для ядерной отрасли. В России осталось только одно горнодобывающее предприятие - Приаргунское производственное горно-химическое объединение

(ППГХО) в Читинской области, мощностью около 3500 т. урана в год [1]. Разрыв между производством и потреблением урана, который начал проявляться с конца 80-х г., достиг своего максимума в 1994 г. и составил 30,5%. Поступление на рынок ВОУ в рамках российско-американской программы привело к некоторому уменьшению дефицита и в настоящий момент составляет 18-20% [4].

Дальнейшее развития ядерной отрасли невозможно без опережающего развития сырьевой базы урана.

В этой связи необходимо интенсифицировать научно-производственные разработки, направленные на повышение эффективности прогнозирования и поисков новых месторождений урана [5].

Руководитель Росатома С.В. Кириенко в 2006 г. отметил, что к 2030 г. на долю мирного атома в энергетике страны должно приходиться 25% вырабатываемой электроэнергии [3]. Для развития ядерной энергетики, которая является залогом устойчивого экономического развития и важнейшим фактором обеспечения энергетической безопасности государства, потребуется существенное увеличение прироста запасов и добычи урановой руды, обогащение и переработка ядерного топлива для атомных электростанций.

Программой развития ядерной энергетики в России, начиная с 2007 г. предусмотрено, что финансирование геологоразведочных работ по приросту запасов урановой руды должно быть увеличено в девять раз. Эффективная реализация данной программы требует подготовки квалифицированных специалистов. Поэтому совершенно своевременно руководитель Росатома С.В. Кириенко обращает внимание на подготовку кадров для развития отрасли [3].

В современных условиях создание сырьевой базы ядерной энергетики во многом будет обеспечиваться формированием новой научной школы по поискам, разведке и разработке урановых месторождений, подготовке молодых специалистов, вооруженных глубокими знаниями по геологии, технике разведки и геотехнологии урановых месторождений.

В последние годы специальность «Геология и разведка

месторождений руд редких и радиоактивных металлов» была исключена из перечня специальностей вузовской подготовки. В ядерной отрасли в настоящее время еще сохранились специалисты старше 70 лет, которые хотят и могут передавать свои знания молодым инициативным людям. Без этого выполнить задачи по динамичному развитию ядерной энергетики будет невозможно. Следует обеспечить финансирование развития ядерной энергетики и срочно вкладывать деньги в подготовку геологов, геофизиков, технологов и горняков, которые будут специализироваться по созданию сырьевой базы урана.

Первый шаг сделан в конце 2006 г. Фонд содействия отечественной науке выделил РГГРУ финансы, необходимые для восстановления уникального музея радиоактивных руд и минералов и для приобретения аналитического и оптического оборудования для проведения научно-исследовательских работ.

Руководство РГГРУ направило в ведущие организации, институты Росатома предложения о подготовке специалистов наиболее востребованных специализаций по комплексной целевой программе подготовки и переподготовки квалифицированных кадров для отрасли и науки. При этом предусматривается предоставление студентам и аспирантам, которые будут специализироваться в области подготовки специалистов для ядерной энергетики материальной поддержки в виде стипендий и грантов за счет средств Фонда для более глубокого освоения современных методов изучения урановых месторождений и геотехнологии урановых руд.

Чрезвычайно важно сейчас переиздание учебной литературы по урановой геологии и издание новых электронных учебников и учебных пособий, а также научно-справочной литературы, учитывающих современное состояние минерально-сырьевой базы урана и особенности рыночных отношений в сфере недропользования.

Наукоемкость российской ядерной энергетики, концентрация в этой отрасли передовых конкурентных разработок отечественной науки обуславливают необходимость опережающих инвестиций в

подготовку кадров, научно-техническое совершенствование и обновление атомной отрасли с целью сохранения ее высокого технологического потенциала.

Генеральный директор ОАО «Техноэкспорт» В. Смирнов справедливо отметил, что в настоящее время в России наиболее перспективен для промышленного освоения Эльконский ураново-рудный район в Якутии [6]. В его пределах открыты и разведаны 40 урановых месторождений. Запасы 13 из них составляют 344 тыс. т. урана, а ресурсы оцениваются в 500 тыс. т. В рудах этих месторождений кроме урана содержатся золото, серебро и молибден. Развитие Эльконского ураново-рудного района позволит создать новые рабочие места от 5 до 10 тыс. к 2020 г. Выполнение проекта по освоению месторождений района потребует подготовки высококвалифицированных кадров всех горных специальностей, а на первых этапах - рудничных геологов.

Коллектив РГГРУ долгие годы проводит научно-исследовательские работы в этом районе, установлены рабочие контакты с геологами Якутского государственного университета (ныне СВФУ). В 2006 г. заключен договор о совместной подготовке специалистов геологов для освоения месторождений Эльконского рудного района.

В настоящее время создается благоприятная обстановка для использования высокого творческого потенциала сотрудников РГГРУ по подготовке кадров в рамках программы Правительства РФ от 30 декабря 2006 г. № 854.

Возможна целевая подготовка специалистов различных уровней - от инженера до доктора наук.

Литература

1. Бавлов В.Н., Бойцов А.В., Головинский С.А. и др. Перспективы освоения и развития сырьевой базы урана России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2005. № 1. С. 16-24 .
2. Бойцов В.Е. Новая научная школа - «Урановая геология» // Разведка и охрана недр. 2005. № 10 . С. 101-104.
3. Кириенко С.В. Атомная отрасль собирает силы в кулак // Известия,

2006. № 207.

4. Путивцева Н.В. Перспективы России на возрождающемся урановом рынке. // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2006. № 1, С. 50-56.

5. Стратегия развития атомной энергетики России в первой половине XXI века / Под ред. Н.П. Лаверова. М.: ФГУП ЦНИИАтоминформ, 2001. С. 2-12.

6. Травин В., Смирнов В. Урановый партнер // Российская Федерация сегодня. Специальный выпуск. 2006. Ноябрь. С. 29.

***В.Е. Бойцов, доктор геолого-минералогических наук, профессор,
зав. кафедрой геологии полезных ископаемых***

АТОМНЫЙ ЩИТ РОССИИ*

Во время Потсдамской конференции в июле 1945 г. президент США Г. Трумэн заявил, что работы по проекту создания ядерного оружия проходят успешно: на полигоне в Аламосе был проведен первый ядерный взрыв.

В августе 1945 г. по проекту американского генерала Гровса – руководителя атомной программы США – и с согласия правительства на два японских города Хиросиму и Нагасаки были сброшены первые атомные бомбы. И хотя исход войны с империалистической Японией в то время был уже предрешен, взрывы атомных бомб преследовали политические цели. По заявлению генерала Гровса, главная цель этих взрывов – покорить русских.

Весь мир был потрясен смертоносной разрушительной силой нового вида боевого оружия. Было ясно, что это демонстрация силы должна была поставить на колени могучий в то время Советский Союз, который одним из первых мог подвергнуться атомному нападению. Многие видные академики реально верили в такую возможность, да и нынешние примеры с Ираком и Югославией подтверждают правомерность таких опасений. Советским правительством были

* Газета «Промышленные ведомости» №12, 2001.

приняты срочные меры по защите государство путем создания собственного ядерного оружия. В результате появилось постановление Государственного комитета обороны СССР от 20 августа 1945 г. за № 9887, которое гласило: «Для непосредственного руководства научно-исследовательскими, проектными, конструкторскими организациями и промышленными предприятиями по использованию внутриатомной энергии урана и производству атомных бомб организовать при САК СССР Главное Управление, подчинив его специальному комитету при Государственном Комитете Обороны». Подписал постановление И.Сталин. В состав Главного управления вошли: Л.Берия, И.Курчатов, П.Капица, Г.Маленков, Б.Ванников, А.Завинягин, П.Антропов.

Впоследствии на его базе в 1953 г. было создано Министерство среднего машиностроения. Министром назначили В.А. Малышева. 1945 г. считается началом создания отечественной ядерной индустрии. А ровно через четыре года в Советском Союзе появилась собственная ядерная бомба: 20 августа 1949 г. на Семипалатинском полигоне осуществлено испытание первой советской плутониевой бомбы. Так был положен конец атомной монополии США.

С 1949 по 1995 гг. в СССР было произведено 715 ядерных взрывов, в том числе 8 высотных, 176 воздушных, 25 наземных 3 надводных, 3 подводных и 500 подземных, из них 115 – в гражданских целях. Параллельно с совершенствованием атомного оружия проводились большие работы и по использованию атомной энергии в мирных целях: 27 июня 1957 г. в г. Обнинске вступила в строй первая в мире атомная электростанция мощностью 5000 кВт. В августе 1950 г. на судостроительной верфи Адмиралтейского завода (Ленинград) заложен атомный ледокол «Ленин» с ядерной энергетической установкой мощностью 44 000 л.с. Ледокол начал свою первую навигацию по Северному морскому пути весной 1960 г. В последующие годы, разработанные предприятиями министерства атомные энергетические установки были с успехом использованы на атомных ледоколах «Арктика», «Сибирь», контейнеровозе «Севморпуть» и других.

9 августа 1957 г. спущена на воду первая советская подводная

лодка с атомной энергетической установкой, а в 1958 г., после прохождения испытаний, лодка была передана ВМФ СССР в опытную эксплуатацию.

В 1962 г. впервые был совершен поход атомной подводной лодки под Северным полюсом. В 1966 г. группа атомных подводных лодок совершила первый кругосветный поход.

Создание отечественного атомного оружия определило судьбу страны и мира на многие годы. В этом – заслуга ученых-физиков, конструкторов, военных специалистов, металлургов, горняков и геологов. Пришлось решать много новых задач в различных областях знаний. Одной из первоочередных было создание сырьевой базы урана. В Германии, например, тоже весьма активно проводились работы по созданию нового сверхмощного оружия, но одной из причин потери немцами приоритета в этих исследованиях был недостаток природного урана. Наша страна к началу работ по атомной программе тоже не обладала достаточным количеством разведанных запасов урана. Заслуга советских геологов в том, что им в кратчайшие сроки удалось решить проблему добычи природного урана.

На уран, как элемент наиболее благоприятный для деления атомного ядра и получения огромного источника энергии еще в 1910 г. обратил внимание академик В.И. Вернадский. В 1914 – 1949 годах им был организован ряд экспедиций для поисков месторождений урана. Первым объектом радиоактивных руд явилось месторождение Тюя-Муюн в Фергане, где радиоактивность была связана с радиобаритом, и оно не могло стать поставщиком урановых руд. Первыми ураново-рудными объектами были относительно небольшие урановые месторождения в Карамазарском рудном районе (Узбекистан) – Табошар (1925 г.), Адрасман (1934 г.), Майлису (1940 г.) На базе этих первенцев урановых месторождений нашей страны были построены прекрасные города. На наиболее крупном месторождении того времени Табошар горными и строительными работами руководил энергичный директор З.П. Зарапетян. Кроме геологов-производственников большую научно-исследовательскую

работу проводили научные сотрудники экспедиции № 1 ИГЕМ РАН под руководством выдающихся ученых Д.И. Щербакова, А.А. Сацкова, Ф.И. Вольфсона, М.Ф. Стрелкина и др. Здесь был получен первый природный уран для ядерных испытаний. Однако изотопа урана-235, пригодного для ядерных реакций, в природном уране содержится всего 0,7%, а для экспериментального реактора требовалось 40 т топлива.

Создание сырьевой базы потребовало подготовки квалифицированных специалистов по урановой геологии. С этой целью во многих вузах страны были созданы специальные факультеты, где подготовка специалистов проводилась в режиме секретности. Первые выпускники их относятся к 1949-1950 гг. Молодые геологи-уранщики были направлены на работу в различные регионы Советского Союза, а также в Германию, Чехословакию, Болгарию, Венгрию, Польшу, Китай. Для добычи урана в этих странах организовали совместные акционерные предприятия: в Германии – Советско-Германское акционерное общество (СГАО «Висмут»), в Чехословакии – Чехословацкая урановая промышленность «ЧСУП», в Болгарии – «Редкие металлы». Эти предприятия поставляли в Советский Союз богатые урановые руды, которые вместе с отечественным сырьем были использованы для изготовления первых атомных бомб и развития атомной энергетики.

Урановую геологию продолжили успешно развивать выпускники организованных спецфакультетов. Лидером отечественной урановой геологии стал нынешний вице-президент РАН академик А.П. Лаверов. Им была создана новая школа геологов-уранщиков. Лучшие ее представители в настоящее время организуют работу по расширению сырьевой базы урана в России. Это генеральный директор концерна «Геологоразведка» С.С.Наумов, генеральный директор ВИМС Г.А. Машковцев и многие другие.

Заслугой этой школы геологов было создание мощной сырьевой базы на территории Советского Союза и в странах Восточной Европы. Ими обоснована возможность создания уранодобывающей промышленности на отечественных типах месторождений,

разработаны оригинальные научные концепции уранового рудогенеза. В результате целенаправленных поисковых работ в сороковые годы были выявлены первые крупные месторождения урана в пределах Криворожской железорудной полосы – Первомайское и Желтореченское.

С 1959 по 1960 гг. был проведен широкий комплекс поисковых работ урана с применением различных видов радиометрических съемок – наземных и с воздуха. Это привело к открытию ряда новых ураново-рудных районов: Каспийского (месторождения Меловое, Томакское, Тасмурун, Тайбагарское), Балхашского (Курдай, Бота-Бурум, Кызылсай, Джидели), Кокчетавского (Маньбай, Ишим, Заозерное). Эти месторождения стали базой для создания в стране мощной уранодобывающей промышленности.

В период 1960-70 гг., в связи с сокращением фонда легко открываемых месторождений, активизировались поиски урановых месторождений в закрытых районах. Важнейший результат этих работ – открытие геологами Сосновского ПГО под руководством Л. Ищуковой крупных месторождений жильно-штокверкового типа в континентальных эффузивно-осадочных комплексах пород (это – уникальные месторождения) Стрельцовского ураново-рудного района.

Другим важным результатом целенаправленных поисковых работ было выявление нового типа месторождений в ураноносных альбититах Кировоградского рудного района (Мичуринское, Ватутинское, Северинское).

Усилиями отечественных ученых и инженеров удалось внедрить в практику новые прогрессивные методы отработки урановых месторождений подземным выщелачиванием через скважинные системы. Это позволило создать реальные возможности эффективной отработки месторождений в песчаниках и вывести на ведущее место по запасам урана месторождения Сырдарьинской и Кызылкумской провинций (Учкудук, Сугралы, Лявлякан, Букинай, Канимех и др.). В результате разведки месторождений песчаникового типа Казахстан вышел по запасам урана на второе место в мире после Австралии.

Для переработки урановых руд во всех горнодобывающих районах были созданы перерабатывающие комплексы. Это крупные предприятия: Восточный горно-обогатительный комбинат (г. Желтые Воды), Прикаспийский горно-металлургический комбинат (г. Актау), Навоийский комбинат редких металлов, Целинный ГХК (г. Степаногорск), ПО «Южполиметалл» (г. Бишкек), Приаргунский ГХК (г. Краснокаменск).

К сожалению, после распада СССР на территории России остался только один крупный горнодобывающий район – Стрельцовский и один горно-химический комбинат – Приаргунский (ППГХО). В настоящее время производимый на ППГХО уран уже не удовлетворяет потребности российских атомных станций (3600 т) и экспортные поставки в страны Восточной Европы (2200 т). Дефицит пока компенсируется складскими запасами природного и обогащенного урана, которые постепенно истощаются. К 2010 г. складские запасы могут оказаться исчерпанными. Увеличение сырьевой базы урана вновь становится весьма актуальной задачей. Запасов месторождений Стрельцовского рудного поля явно недостаточно для решения этой задачи. Создание новых предприятий возможно на основе месторождений Витимского, Зауральского и Западно-Сибирского районов, пригодных для отработки запасов методом подземного выщелачивания (ПВ), несмотря на относительно невысокие запасы и низкое содержание урана. Эти месторождения относятся к урановому песчаниковому типу и характеризуются повышенными содержаниями в рудах REE, Sc, Se, V, Mo. На их базе планируется ввести в строй три новых предприятия по подземному выщелачиванию урана с суммарной производительностью до 5000 т в год. Это месторождения Далматовское, Добровольское, Хохловское, Малиновское.

Учитывая тенденцию роста мировых цен на уран, может оказаться рентабельной отработка некоторых месторождений с комплексными рудами (Алданский, Онежский и другие районы), а также при внедрении прогрессивных методов отработки месторождений – кучного и подземного выщелачивания. С этих

позиций определились перспективы Алданского района с крупными комплексными золотоурановыми месторождениями.

Решение проблемы расширения сырьевой базы страны требует повышенного внимания к подготовке специалистов уранового профиля, так как опытные кадры, создавшие мощную сырьевую базу, постепенно уходят из производственной и научной деятельности. А без молодых кадров, как известно, невозможно дальнейшее развитие в стране атомной промышленности/

***В.Е. Бойцов, зав. кафедрой геологии полезных ископаемых МГГА,
профессор, доктор геолого-минералогических наук***

ПОИСКИ СМОЛЯНОГО КАМНЯ*

Очерк истории отечественной урановой геологии

Уран, открытый в 1789 г. немецким химиком Мартином Клапротом, долгие годы не привлекал особого внимания. Первые сведения о черном смоляном камне (позднее он был назван урановой смолкой, настураном) приведены в средневековой хронике Яхимовских серебряных рудников в Саксонских Рудных горах. Его появление сопровождалось ухудшением качества серебряных руд, и черный смоляной камень отвозили для закладки старых горных выработок или выбрасывали в отвалы. В середине XIX столетия соли урана нашли применение как огнеупорные красители в стекольной и фарфоровой промышленности.

Открытие французским физиком Г. Беккерелем в 1896 г. явления радиоактивности солей урана вновь привлекло внимание ученых к этому элементу. Из отвалов урановых руд Яхимовских рудников Пьером и Марией Кюри в 1898 г. получен радий. С этого времени началось освоение урановых руд как источника радиоактивного излучения.

В 1910 г. В.И. Вернадский указывал на уран как на возможный

* Газета «Промышленные ведомости» №12, 2000 г.

источник атомной энергии. Физик подсчитали, что один атом урана в процессе его расщепления дает огромную энергию. Одна урановая таблетка массой около 7 г эквивалентна по производству энергии 730 кг угля, 570 л нефти и 600 л бензина. Открылся новый источник энергии – атомный.

В 1943 г. специальным решением Правительства и ГКО СССР поставлена задача по созданию в кратчайшие сроки атомной сырьевой базы. Главной научной организацией по геологии урана стал ВИМС, в котором организовали знаменитый сектор № 6 и производственную Ферганскую экспедицию. В 1945 г. в Мингео СССР созданы Первое главное геологическое управление и входящие в его состав Невская, Кольцовская, Таежная и Приленская экспедиции. Благодаря многолетней деятельности Первого главка и его региональных экспедиций в Советском Союзе создана крупнейшая в мире сырьевая база урана.

Научно-методическое обеспечение геологоразведочных работ осуществляли специализированные подразделения в ВИМС, ВСЕГЕИ, ВИРГ, ВНИИХТ, ИГЕМ, ИГФМ АН УССР и других НИИ.

Работы по созданию атомного щита Родины потребовали подготовки квалифицированных кадров. В послевоенные годы в ведущих вузах страны – МИЦМиЗ, МГРИ, Томском политехническом и Свердловском горном институте на спецфаках стали готовить специалистов по урановой геологии. Первый выпуск геологов-уранщиков состоялся в 1950 г. Выпускники спецфаков способствовали созданию надежной сырьевой базы урана не только в нашей стране, но и в Чехословакии, Германии, Болгарии, Венгрии, Румынии, Польше, Китае, Монголии.

Постоянное внимание к геологоразведочным работам на уран проявило руководство Министерства среднего машиностроения и лично министр Славский Ефим Павлович, а также начальник Второго главного управления при Совете Министров СССР Антропов Петр Яковлевич. Е.П. Славский внес огромный вклад в создание урановой промышленности. Это был выдающийся организатор производства, трижды Герой социалистического Труда, лауреат Ленинской и трех

Государственных премий СССР.

Участник Гражданской войны Е.П. Славский боевой задор сохранил до последних дней своей трудовой жизни. Он окончил Московский институт цветных металлов и золота по специальности инженер-металлург и был выдающимся специалистом не только в области металлургии, но и в геологии, горном деле, технологии, а главное – незаурядным организатором производства.

Работая с 1957 г. Министром среднего машиностроения СССР он внес большой вклад в развитие отрасли.

Под его руководством и непосредственном участии развивалась атомная наука и техника в СССР и в странах Восточной Европы и Азии, укреплялся атомный щит страны, вводились в строй атомные электростанции, разрабатывались уникальные технологии по добыче урана и золота, вводились новые современные атомограды.

Благодаря их постоянной заботе, в урановую промышленность удалось привлечь лучших геологов страны из ИГЕМ АН СССР, ВИМС, ВНИИХТ, ВСЕГЕИ, ВИРГ и др. Этими работами руководили академики Д.И. Щербаков, А.Г. Бетехтин, В.И. Смирнов; профессора Ф.И. Вольфсон, М.Ф. Стрелкин, В.Н. Котляр, А.А. Якжин и другие. Опубликованы первые фундаментальные работы по геологии урана Д.И. Щербакова, Д.Я. Суражского, В.И. Красникова, Я.Д. Гетмана, В.И. Данчева и др., по которым училось не одно поколение талантливых ученых.

Огромный вклад в развитие геолого-генетических проблем и создание методологии по выявлению урановых месторождений внесли выдающийся ученый в области наук о Земле, вице-президент РАН, директор ИГЕМ, академик Н.П. Лаверов и возглавляемый им коллектив экспедиции № 1 ИГЕМ Е.П. Сонюшкин, Б.Л. Рыбалов, В.И. Величкин, А.И. Перельман, А.К. Лисицин, В.И. Данчев, В.А. Невский, В.И. Казанский, Б.И. Омеляненко, И.В. Мельников и многие другие.

ВИМС – головной НИИ по геологии урана – традиционно возглавляли главным образом геологи-уранщики – А.Д. Ершов, А.Н. Еремеев, а теперь Г.А. Машковцев. В комплексное изучение

месторождений и в разработку научных основ и методов прогноза, поисков и оценки урановых месторождений значительный вклад внесли ученые ВИМС А.Н. Еремеев, М.Н. Альтгаузен, Я.Д. Гетман, В.Г. Мелков, Е.М. Шмариович, Г.А. Машковцев, И.Г. Печенкин, Е.А. Головин, И.С. Модников, А.К. Мигута, В.Н. Щеточкин, Р.Ф. Данковцев, Я.М. Кисляков, А.Л. Якубович, Б.Г. Самсонов, В.А. Грабовников, А.А. Фролов и многие другие.

Во ВНИИХТ под руководством профессоров Д.Я. Суражского, Ю.А. Арапова, Ф.К. Портнова, Г.П. Полуаршинова успешно решены геологические проблемы, связанные с освоением месторождений, и создан большой коллектив геологов, работавших на многих отечественных и зарубежных урановых месторождениях: И.А. Милованов, В.И. Малышев, Ю.М. Дымков, А.А. Дерягин, А.В. Заварзин, Б.И. Бродин, В.М. Константинов, В.Л. Шашкин и другие. В настоящее время этими работами руководит А.Л. Никольский.

Неоценим вклад руководителей и ведущих сотрудников ВСЕГЕИ в создании теоретических основ и методов региональной оценки ураноносности крупных территорий, их металлогеническое изучение и картирование. Здесь работали и продолжают работать выдающийся организатор науки, Первый зам. Министра геологии СССР, директор института, академик А.Д. Щеглов, зам. директора А.А. Смыслов, В.М. Терентьев, видные ученые А.И. Семенов, М.И. Ициксон, К.И. Дворцова, Ю.М. Шувалов, В.К. Титов, А.А. Александров, Г.А. Шатков, В.Г. Грушевой, Г.М. Шор, Г.В. Афанасьев, Т.В. Билибина, Е.Д. Карпов, М.Г. Харламов и многие другие.

Выдающаяся роль в создании эффективных методов и аппаратуры для поисков и изучения урановых месторождений принадлежит коллективу ВИРГ – И.А. Лугин, А.С. Серых, В.К. Титов, А.Г. Ветров, Г.В. Комаров и другие.

Совершенствование методики поисков, основы ландшафтного районирования, локального прогноза разработаны коллективами ВИМС, ВИРГ, ВСЕГЕИ, ИГЕМ РАН. Появились первые сцинтилляционные радиометры, аэроспектрометрические станции, каротажные приборы и другая поисковая и буровая техника.

В ГЕОХИ разработаны первые геохимические модели поведения урана в различных геологических и гидрогеологических обстановках – Г.Б. Наумов, В.А. Барсуков, А.И. Тугаринов, И.Л. Ходарковский и др.

Велико значение в подготовке кадров для урановой геологии профессорско-преподавательского состава учебных институтов МИЦМиЗ и МГРИ: А.Г. Бетехнин, Ф.И. Вольфсон, М.Ф. Стрелкин, А.Б. Каждан, Н.И. Егоров, В.Е. Бойцов, М.В. Шумилин, В.А. Арсеньев и многие другие.

Энтузиазм и самоотверженный труд сотрудников экспедиций Первого Главка привел к открытию новых урановых месторождений в Казахстане, на Украине, в Забайкалье, на Алдане. Это Д.В. Клечковский, М.Д. Пельменев, Г.М. Комарницкий, М.Я. Дара, В.И. Калинин, П.И. Долгушин, В.Н. Низовский, А.Х. Бакарджиев, И.Л. Лучинин, О.М. Шанюшкин, Л.П. Ищуква, Д.П. Бобрицкий, В.А. Шлейдер, И.М. Остроконь и многочисленная армия преданных своему делу геологов-производственников.

На начальном этапе руководителями в Первом главном управлении были С.В. Горюнов, В.И. Смирнов, С.А. Ершов и В.И. Кузьменко. Высокий профессионализм в организации работ и особенно в подборе молодых кадров из числа лучших выпускников спецфака проявил В.И. Кузьменко.

С 1963 года работу Главка возглавил человек неукротимой энергии, патриот урановой геологии Н.Ф. Карпов, которого в 80-е годы сменил А.Л. Лапин. Геологической службой руководили А.П. Рогожин, В.Е. Гриб, М.В. Шумилин.

В начале 80-х годов Первый Главк преобразовался во Всесоюзное геологоразведочное объединение (концерн «Геологоразведка»). Работу этого подразделения успешно осуществлял талантливый восприимчивый богатого опыта своих предшественников С.С. Наумов.

К новому этапу развития теории уранового рудогенеза относится разработка геолого-генетической модели инфильтрационного уранового рудообразования, основы которого были заложены в трудах

А.М. Перельмана, А.К. Лисицына, Е.М. Шмариовича, Г.В. Грушевого и др. На этой теории разработана методика отработки подобных месторождений способом подземного выщелачивания (К.Г. Бровин, Г.Л. Натальченко, В.А. Грабовников, Б.Г. Самсонов). В результате ее реализации открыты крупнейшие месторождения инфильтрационного типа в Сырдарьинской впадине и Кызылкумской провинции.

Самоотверженным трудом многочисленного коллектива геологов, геофизиков и горняков в СССР и странах соцлагеря заново, в исторически короткие сроки, выявлены новые месторождения урана. На первом этапе до 1950 г. разведаны и выедены в эксплуатацию месторождения Кармазарского (Табошар, Адрасман, Майлису и др.); Криворожского (Первомайское, Желтоводское), Ставропольского (Бештау, Быкогорское), Каспийского ураново-рудных районов.

В последующие годы открыты новые месторождения в Кызылкумском, Сырдарьинском, Балкашинском, Кокчетавском ураново-рудных районах.

Дальнейшими работами найдены крупные месторождения Стрельцовского рудного поля в Забайкалье.

В Чехословакии, Германии, Болгарии совместно с местными геологами выявлены, разведаны и переданы в промышленное освоение урановые месторождения богатых контрастных руд (Пршибрам, Рожна, Задний Ходов, Шлема-Альберода, Роннебургское рудное поле, Бухово, Бихор и др.).

В результате по производству урана СССР (СНГ) и страны соцлагеря занимали первое место в мире – 718 тыс. т из 1858 мирового производства или 38,3%.

Сейчас перед Россией вновь встала проблема расширения сырьевой базы урана. Наиболее крупные запасы оказались на территории Казахстана, Украины. В России остался только один крупный ураново-рудный район – Стрельцовское рудное поле в Забайкалье, где работает уранодобывающее предприятие ОАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение», добывающее в год 2,6 тыс. т урана. В то же время потребность

атомной энергетики России в природном уране Минатомом России определена в 4,8 тыс. т в год. Согласно «Концепции развития урановой подотрасли в Российской Федерации на период до 2010 года» требуемый объем производства может быть достигнут к 2007 г., но только в том случае, если проводимые опытно-методические работы на Далматовском и Хиагдинском месторождениях в Зауральском и Витимском районах докажут целесообразность их отработки и практическую возможность развития на них объемов производства в 700 и 1500 т в год соответственно. Таким образом, имеющаяся в настоящее время сырьевая база является надежной и достаточной для удовлетворения внутренней потребности России в природном уране.

Годовая потребность природного урана Российских АЭС составляет 3600 т. Кроме этого экспортные поставки в страны восточной Европы в 2200 т урана обеспечивают топливом реакторы, созданные по российской технологии. Таким образом, общая потребность в уране составляет 5800 т.

Важность расширения сырьевой базы урана для России находится в сфере внимания Главатома, Концерна «Геологоразведка», научно-исследовательских институтов и производственных организаций.

Первым заместителем министра Российской Федерации по атомной энергии в июле 1999 г. утверждено задание на разработку региональной программы поисков новых урановых месторождений на территории России. В соответствии с заданием был разработан проект программы поисков месторождений богатых руд.

В основу положен анализ докладов, представленных организациями, занимающимися поисками месторождений урана: научно-исследовательскими институтами – ВИМС, ВНИИХТ, ВСЕГЕИ, ВИРГ, ИГЕМ РАН и Государственными предприятиями «Невскгеология», «Березовгеология», «Сосновгеология», «Таджикгеология», «Центральная геологическая экспедиция». В итоге обобщения и систематизации предложений и рекомендаций этих организаций определились перспективные районы, основные

направления, этапы работ и необходимые объемы финансирования. Для территории России выделены районы для постановки поисковых работ на выявление новых месторождений урана.

9 марта этого года на заседании Научно-технического совета № 7 Минатома России с участием ведущих специалистов по поискам, разведке и разработке месторождений урана руководитель секции академик Н.П. Лаверов сделал сообщение о состоянии сырьевой базы страны и перспективах ее развития.

Обстоятельный доклад о возможности поиска новых месторождений урана сделал директор ФГУП «ВИМС» Г.А. Машковцев.

НТС Минатома России одобрил предложенную программу работ. После утверждения она должна войти как составная часть «Целевой программы развития минерально-сырьевой базы России до 2010 года» и разрабатываемой комплексной федеральной программы «Уран России».

С целью реализации программы производственные и научные организации уранового геологического профиля нацелены на выявление новых месторождений в пределах экономически освоенных регионов. Приоритет отдается двум промышленным типам урановых объектов – богатым месторождениям, связанным с древними структурно-стратиграфическими несогласиями, и месторождениям в палеоруслах, пригодным для освоения методом скважинного подземного выщелачивания. Перспективы выявления объектов первого типа имеются в пределах Карело-Кольского, Восточно-Саянского, Южно-Якутского, второго – в Зауралье, Западной Сибири и Забайкалье.

Для покрытия недостатка в природном уране, кроме расширения его сырьевой базы, возможно дальнейшее использование складских запасов высокообогащенного урана (ВОУ), отвалов изотопоразделительных производств рециклингового урана из облученного топлива плутония.

Для успешного выявления объектов необходима разработка и внедрение в практику новых оперативных геологических,

геофизических и геохимических методов по поискам и оценке оруденения, не выходящего на дневную поверхность. Важно решить проблему по техническому перевооружению урановой подотрасли. Крайне необходимы легко транспортируемые буровые станки, способные поднимать керн с глубин 500 м и более; современная геофизическая аппаратура с цифровой компьютерной записью данных, полевые приборы нового поколения, способные на месте давать количественную оценку концентрации урана и сопутствующих элементов, необходимы и другие технико-технологические разработки.

Однако наиболее острой проблемой является подготовка молодых кадров. Не секрет, что в геологии вообще, и в урановой в частности, за последние два десятилетия стремительно нарастало старение кадрового состава, усугубляющееся оттоком опытных специалистов среднего поколения. Сегодня важна реализация целого комплекса мероприятий на государственном и отраслевых уровнях, которые бы содействовали поднятию престижа геологической профессии и подготовки высококвалифицированных специалистов в ведущих вузах страны.

В.Е. Бойцов, доктор геолого-минералогических наук, профессор, действительный член академии Международной академии минеральных ресурсов и Академии горных наук, Заслуженный геолог Российской Федерации, Почетный разведчик недр

КОГДА ЗОЛОТО И УРАН – В ОДНОЙ СВЯЗКЕ*

Ситуация на сегодняшний день такова, что до 70% добываемого золота идет из россыпей, разведанных запасов которых осталось не более 15%. Что касается коренных месторождений золота, то они отрабатываются всего на 20%. Реальность такова – все, что можно было достать с поверхности, уже взято, самые богатые месторождения в легкодоступных районах освоены. Сама жизнь

* Газета «Промышленные ведомости» № 12. 2003 г.

заставляет науку заниматься проблемами трудно открываемых месторождений или месторождений с низким содержанием золота, но большими запасами. Именно таковым считается «Сухой лог» - содержание здесь золота и платины в рудах небольшие, поэтому применяются для их извлечения довольно сложные технологии. Зато запасы оцениваются в 1 000 т благородного металла.

Приведенные нами исследования показали, что наиболее эффективным для разработки таких стратегических видов сырья, как золото, серебро, уран, платина в меньшем количестве, сегодня является Алданский рудный район в Сибири. Месторождения там разведаны, подсчитаны и запасы: золота около 500 т, урана – где-то около 300 тыс. т, и с глубиной залегания оруденение пород улучшается. Однако сложность добычи тоже очевидна. Уран там представлен труднообогатимым извлекаемым минералом браннеритом, и для его обработки нужны уже автоклавные системы. Но технологии такие есть.

Содержание золота там тоже невысокое – 2-3 г на тонну, но зато ему сопутствует уран, а вместе они, несомненно, представляют уже интерес для промышленной добычи. Правда, золото находится в пирите, и оно тонкодисперсное: чтобы его добыть, необходимо разрушить пирит, и здесь необходимы уже сложные технологии.

На таких месторождениях комплексных руд – золото, уран – мы сейчас работаем в двух направлениях. Во-первых, на Алдане горных выработок уже пройдено более 20 погонных километров, накопились огромные горы отвалов уранового браннерита. Он немилосердно окисляется, отравляя окружающую среду. И разработка таких отвалов принесет, кроме обогащенного урана, еще и улучшение экологии целого района.

Мы определили, какие участки отвалов необходимо разрабатывать в первую очередь. Это, например, пиритовые отвалы Самолазовского, которые могут быть отработаны с помощью кучного выщелачивания. Или отвалы Федоровской зоны – в них уран уже разложившийся, а золота содержится до 5 г на тонну. Это и зона «Южное», где месторождения с комплексными рудами – золото, уран

– и большие отвалы. Ведь на золотодобывающих фабриках гравитационные столы осаждают крупные частицы золота, а мелкое, тонкое, так называемое транзитное золото – плывет, уходит в отвалы. По последним данным, из всего добываемого из недр золота до 40% остается в отвалах. Проблема эта для геологической науки серьезная, в прямом смысле – золотая. Решение ее позволит без дополнительных затрат на разведку месторождений сделать запасы транзитного золота в отвалах резервом на будущее.

Во-вторых, еще одной нашей задачей является переход к отработке коренных месторождений золота, разработка которых ранее была недоступна для имевшихся технологий, экономически невыгодна. Осваивалось лишь Стрельцовское месторождение. На юге Якутии построен город Нерюнгри, то есть существует хорошая инфраструктура, и имеются в достаточном количестве квалифицированные кадры для освоения Алданского рудного района. А это немаловажно. Тем более что запасы «Стрельцовки» иссякают, а в двух других – «Далматовском» и «Хохловском» - они невелики. Поэтому здесь еще и социальный положительный аспект – осваивая Алдан, мы сохраняем город Нерюнгри, даем ему рабочие места. Но главное, решаем проблему сырьевой базы стратегически важных видов минерального сырья, а значит, и национальной безопасности России. И в этом плане разработка рациональной технологии комплексного извлечения из руды полезных компонентов золота, серебра, урана становится основополагающей.

Однако никакие основополагающие проблемы геологической науки, будь то изучение вещественного состава пород или выбор рациональной технологии добычи полезных ископаемых, чтобы оценить, сколько минерального сырья мы извлекаем или теряем, оставляя в отвальных хвостах, мы не в состоянии решить без надлежавшей аналитической базы. И вот, наконец-то, у нас в России появился прибор – анализатор состава вещества рентгеновский спектрометр РеСПЕКТ. Создан он выпускником Московского государственного геологоразведочного университета Толоконниковым. Прибор предназначен для экспрессного

определения концентрации элементов, содержащихся в образце породы. Анализу подвергаются образцы различного размера, вида и формы. То есть твердые, в виде порошка, пульпы, аэрозольные и масляные фильтры. За одно измерение, которое длится от 10 секунд до 16 минут, одновременно определяется до 50 элементов. Диапазон определяемых концентраций – от 0,0001 до 100%. К тому же полная автоматизация процесса анализа от смены образцов, набора данных и их обработки до распечатки результатов в виде таблицы значений концентраций определяемых элементов. Аналогов подобного прибора с такой разрешающей способностью и высокой точностью измерений за рубежом нет. Да и прибор меньшей мощности, хотя и более громоздкий, стоит у них 150 тыс. долл. Цена нашего отечественного прибора Толоконникова – 60 тыс. долл. И это со всеми преимуществами. Если мы найдем средства и приобретем этот прибор, мы выйдем на качественно новый уровень изучения вещества пород. Более того, мы сможем обучать наших студентов самым современным приборным методам исследования образцов, без чего невозможно качественно решить ни одну геологическую проблему.

В.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко, Л.А. Дорожкина

ЗОЛОТОРУДНЫЕ И ЗОЛОТОУРАНОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА*

Золото и уран существенно различаются по своим геохимическим свойствам. Несмотря на это в пределах некоторых рудных районов они образуют совместные концентрации с крупными запасами комплексных руд. Основными представителями подобных уникальных месторождений являются Витватерсранд (ЮАР), Олимпик Дэм (Австралия), месторождения Центрально - Алданского

* Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых. Том 2. Стратегические виды рудного сырья. М.: ИГЕМ РАН, 2006. С. 215-240.

рудного района (Якутия). Все эти месторождения являются уникальными по запасам и минеральному составу комплексных руд. Так на золоторудных месторождениях в конгломератах запасы урана оценивались в 300 тыс.; на месторождении Олимпик Дэм общие ресурсы оценены в 32 млн.т меди, 1,2 млн.т урана и 1200 т золота. В Центрально - Алданском рудном районе ресурсы урана в выявленных рудоносных зонах Эльконского рудного узла оцениваются в 600 тыс.т, золота около 10000 т, на отдельных участках подсчитаны запасы серебра и молибдена. Все эти уникальные рудные районы расположены в пределах древних щитов, но в разных геотектонических обстановках: эпикратонные впадины, зоны «несогласия» архейского фундамента и платформенного чехла, область тектономагматической активизации

Центрально-Алданский рудный район расположен на северном фланге средней части Алданского щита, где на архейские гранитогнейсы фундамента полого налегает толща венд-нижнекембрийских карбонатных пород платформенного чехла. В отдельных участках района на карбонатных породах сохранились терригенные отложения: песчаники юхтинской свиты нижней юры, содержащие прослой гравелитов и изредка углей. Кристаллические породы фундамента образуют Эльконское горстовое поднятие в восточной части района, с которым пространственно совпадает Эльконский рудный узел.

Руды пространственно и генетически связаны с центром мезозойской тектономагматической активизации Алданского щита. Это выражено в развитии различных дифференциатов мезозойских субщелочных магм в виде субщелочных, преимущественно порфириновых, интрузий алданского магматического комплекса. С мезозойскими магматическими очагами разных глубин парагенетически связано образование крупных месторождений урана, золота, серебра, молибдена. По запасам руд эти месторождения не имеют аналогов в других районах России и мира.

Важный элемент мезозойской активизации района – формирование крупных крутопадающих и пологих разрывных

структур, контролировавших внедрение многофазных магматических тел, и связанный с их очагами мощных рудообразующих гидротермальных процессов.

По положению в стратиграфическом разрезе все руды месторождений района можно разделить на две основные группы: золоторудные в породах платформенного чехла; золотоурановые в породах фундамента.

По минеральному составу руд и их условиям залегания нами выделены восемь типов месторождений (рис.1).

I. Собственно золоторудные месторождения на площади с интенсивным развитием мезозойских интрузий в карбонатных породах платформенного чехла и в некоторых мезозойских интрузивах.

1. Лебединский тип, разрабатываемый с 1933 г. В основном месторождения этого типа отработаны, но отдельные группы рудных тел, залегающие в северном и южном окаймлениях горста, продолжают успешно отрабатываться по методу кучного выщелачивания (МКВ): залежи Межсопочная, Глубокая и другие, участка руч. Кэдэрги. Залежи этого типа развиты в пределах Межсопочного и Джекондинского рудных полей.

2. Самолазовский тип, представленный в основном вторичными гипергенными концентрациями золота, которые интенсивно перерабатываются на одноименном рудном поле МКВ.

3. Куранахский тип, ныне представленный гипергенно-переотложенными карстовыми промышленными рудами, уникальных по запасам золота и своеобразию морфогенетических особенностей. В современном виде оруденение представлено серией крупных линейных золотоносных карстовых полостей с вторичными гипергенными рудами, изредка содержащими реликтовые глыбы первичных неокисленных богатых урансодержащих золотых руд. Карстовые руды этого типа являются основным объектом добычи золота в районе. Они присутствуют в пределах собственно Куранахского рудного поля и примыкающего к нему с востока Нижне-Якокитского.

4. Рябиновский тип с особым вкрапленным золотопорфировым оруденением, залегающим внутри некоторых сложных многофазных мезозойских интрузивных массивов участка руч. Рябиновый и др. Частично отрабатывался главным образом в зоне окисления (залежь Мусковитовая).

II. Золотоурановые и золотоуран-молибденовые месторождения в тектонических зонах кристаллического фундамента, выходящего в пределах Эльконского горста.

5. Эльконский тип золотосодержащих урановых, исходно браннеритовых, руд, проявлен в 15 из 23 разведанных месторождений. Общая протяженность этих 15 месторождений составляет 46,7 км. К нему принадлежат 99 % разведанных запасов урана и 96 % золота Эльконского рудного узла. Протяженные рудоносные зоны пересекают весь горст, в его восточной части далеко выходя за площадь развития мезозойских интрузий. Наиболее крупная – зона Южная.

6. Минеевский тип золотоурансодержащего молибденового оруденения проявлен в зонах юго-восточной части горста. Одно крупное разведанное месторождение этого типа, Минеевское, залегает на крайнем восточном фланге зоны Южной. Молибденовая минерализация проявлена также и на крайних восточных флангах соседних зон (Северной и др.).

7. Тип оруденения зоны Интересной – золотосодержащий уранинитовый, отмечена на локальном участке западной части горста, где широко развиты многофазные субщелочные мезозойские интрузии и дайки, сопровождающиеся интенсивной фенитизацией вмещающих пород субстрата.

8. Федоровский тип браннерит-сереброзолотого оруденения характеризуется повышенными содержаниями золота и серебра. Руды этого типа включают 24 % разведанных на Эльконском горсте запасов золота и < 1 % запасов урана. Подобные руды отмечены и в западной части горста на площади развития мезозойских интрузий.

Первичные золотое и урановое оруденения всех вышеназванных типов гидротермальное и парагенетически связаны с субщелочными

интрузиями этапа мезозойской тектоно-магматической активизации Алданского щита и их магматическими очагами. Золотые руды субгоризонтальных залежей самолазовского и линейных золотоносных карстовых полостей куранахского типов связаны с интенсивным гипергенным преобразованием первичных руд и переотложением золота.

1. Собственно золоторудные месторождения, залегающие в карбонатных породах платформенного чехла и некоторых мезозойских интрузивах

1.1. Лебединский тип

Золото-карбонат-сульфидный тип оруденения представлен месторождениями Лебединское, Колтыкон, Самодумовское, Межсопочное и некоторыми другими. Для месторождений характерно присутствие групп небольших рудных тел с высоким содержанием золота.

Месторождения приурочены к зонам повышенной тектономагматической активности и располагаются в участках изменения простирания основных разрывов с северо-восточного на субмеридиональное. Перемещения по разломам определили блоковое строение рудного поля.

Для рудных тел Лебединского типа характерна четкая стратиграфическая приуроченность к нижней 50-150 метровой пачке субгоризонтального карбонатного вендско-кембрийского платформенного чехла, залегающего непосредственно над кристаллическими породами фундамента (рис.1). Наиболее крупные рудные тела приурочены к площадям широкого развития малых секущих и послонных порфировых интрузий и даек мезозойских щелочных пород. Локализация рудных тел определяется благоприятным сочетанием согласных зон расщеливания с крутопадающими разрывными нарушениями, субвертикальными зонами мелкой трещиноватости и своеобразной пологой складчатости.

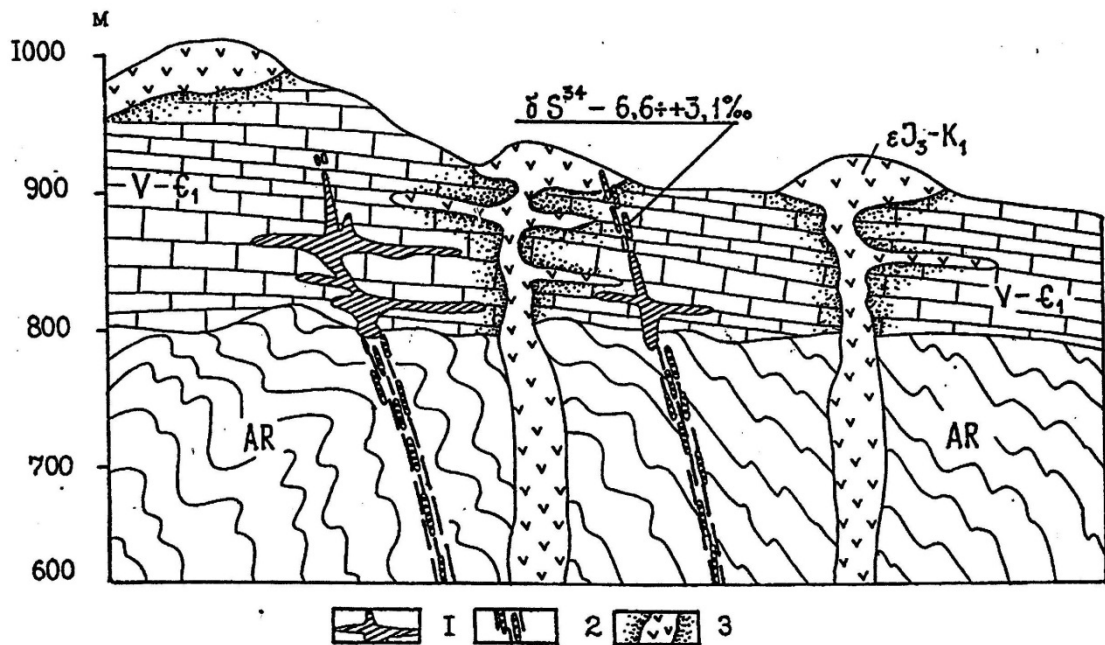


Рис. 1. Морфология рудных тел лебединского типа

1 – золоторудные тела; 2 – зоны пиритизированных пород; 3 – интрузивы сиенит порфиров

Рудные тела представлены двумя морфологическими типами. Наиболее значимыми являются послойные линейно - вытянутые золотосульфидные залежи. Второстепенное значение имеют широко распространенные секущие жильно-прожилковые тела, располагающиеся в крутых зонах мелких разрывов. В связи с тем, что тела второго типа обычно определяют положение залежей первого типа, наблюдаются комбинированные рудные тела в виде секущих жил и послойных залежей.

Мощность послойных пологих залежей изменяется от 0,1 до 5 м, в среднем составляет 0,5-1,5 м. Их ширина изменяется от нескольких метров до 60 метров. Длина десятки- первые сотни метров (до 1000 м). Форма залежей сложная.

Жилообразные крутопадающие секущие тела прожилково-вкрапленных руд характеризуются мощностями 0,1-2 м и длиной 30-1200 м. Протяженность по падению определяется положением жил по отношению к контакту вмещающей карбонатной толщи с породами архея. Они протягиваются вниз до границ с породами архея, не углубляясь в них больше долей метра. При этом крутопадающие

тектонические нарушения, контролирующие жилы, в гнейсах архея продолжаются, но количество сульфидов в них убывает, содержание золота падает. В зонах нарушений отмечается высокая трещиноватость, сильная хлоритизация гнейсов и рассеянная убывающая вкрапленность сульфидов.

Руды в основном метасоматические сложного карбонатно-сульфидного состава. Содержание сульфидов в целом составляет до 75 %. Сульфиды представлены в основном пиритом и неравномерно распространенными халькопиритом, галенитом, борнитом, пирротином, сфалеритом. Присутствуют блеклые руды, сульфосоли, а также галеновисмутин, самородный висмут, теннантит, айкинит, а из жильных минералов – кварц (в среднем до 10%). В отдельных залежах в зоне сильного окисления и вторичного обогащения наблюдались руды, обогащенные медью (до 7%).

Основная часть присутствующих в рудах основного Лебединского рудного поля золота и серебра представлена свободными относительно крупными самородными выделениями неправильной формы. Иногда отмечались самородки до нескольких сантиметров.

Пробность золота в коренных залежах 900-930. На восточном фланге рудного поля (на Колтыконе) до 662-750.

Содержание золота в рудах варьирует от 5-10 г/т (в секущих жильных телах) до 70-80 г/т (в залежах), в среднем составляет 15-25 г/т. Распределение содержаний золота весьма неравномерное. Содержание серебра составляет в среднем 20-40 г/т. Попутные компоненты распределены в отдельных рудных телах так же неравномерно: медь до 3-7 % (в зоне вторичного обогащения), свинец (иногда до 10 %), висмут (до 3-4 %).

Эта особенность оруденения определяет тот факт, что именно с этим типом месторождений золота связаны основные богатые россыпные месторождения Центрального Алдана.

Основные рудные залежи Лебединского рудного поля отработаны старейшей в районе Лебединской ЗИФ. С 2004 г а/с артель «Селигдар» начала успешно перерабатывать руды

Межсопочного месторождения способом кучного выщелачивания. Руды здесь полностью окислены. В их первичном составе преобладали карбонаты и кварц, а золото - образует тонкорассеянную вкрапленность.

1.2. Куранахский карстовый тип промышленных золотых руд и реликтовых уран-золотых первичных руд

Этот тип оруденения служит в настоящее время основным источником добычи золота в Центральном Алдане. Наиболее интенсивно отрабатываются рудные залежи Куранахского рудного поля и изучаются на Нижне-Якокитском.

Куранахское рудное поле расположено на северном склоне Алданского щита в области погружения архейского кристаллического фундамента под образования платформенного чехла. Оно приурочено к пересечению прогиба близширотного простирания зоной северо-северо-западных разломов, располагающихся на продолжении крупных рудоносных зон Эльконского горста.

Платформенный чехол сложен существенно карбонатными породами венда-нижнего кембрия (известняки, доломитизированные известняки, доломиты), почти горизонтально залегающими на породах архейского кристаллического фундамента. Известняки отличаются значительной кавернозностью, пористостью, содержат неравномерно рассеянное органическое вещество и повсеместно пиритизированы. В пределах рудного поля карбонатная толща достигает максимальной мощности 650-700 м и представлена полого залегающими породами пяти свит, слагающими Куранахский прогиб. Размытая поверхность кембрийских пород перекрывается маломощным (до 70 м) прерывистым чехлом песчаниковых отложений нижней юры (юхтинская свита), которые состоят из разнозернистых кварцевых песчаников с прослоями конгломератов и изредка углей (рис.2).

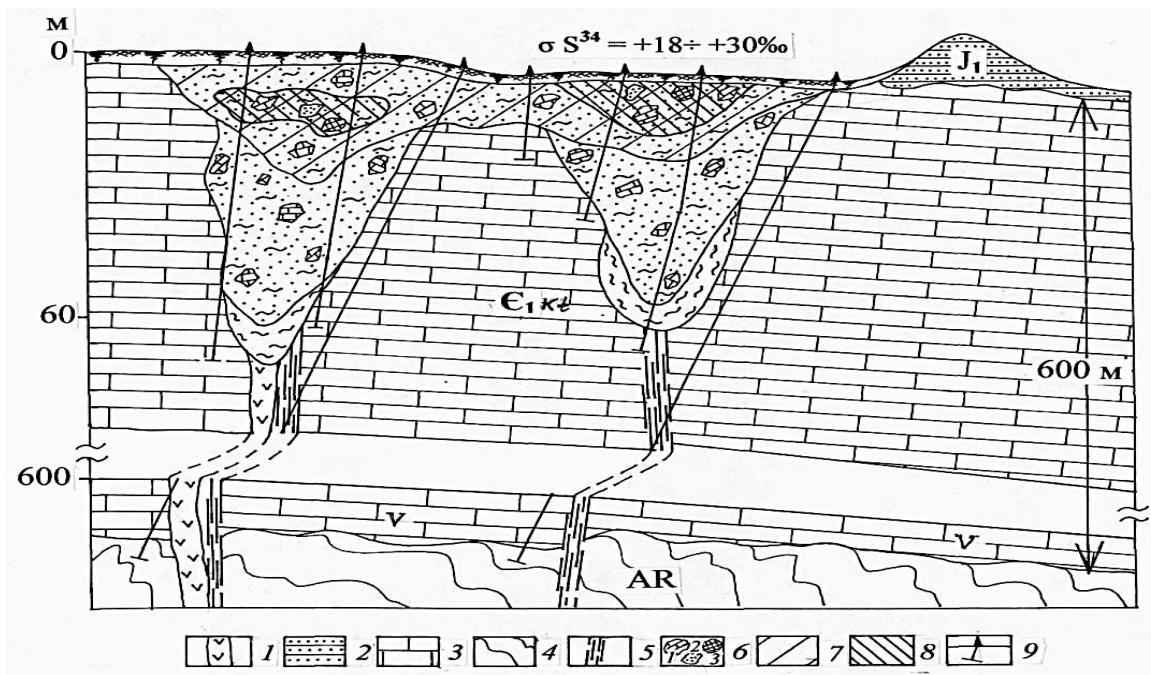


Рис. 2. Схематический разрез месторождения куранахского типа

1 – дайки сиенит порфиров; 2 – песчаники юхтинской свиты; 3 – карбонатные породы платформенного чехла; 4 – гранито-гнейсы фундамента; 5 – зона сульфидизации; 6 – золотосодержащие карстовые полости; 7 – контуры бедных руд; 8 – контуры рядовых руд; 9 – скважины

Породы фундамента и чехла прорваны мезозойскими интрузиями преимущественно щелочного состава. Они образуют отдельные маломощные пластовые тела, небольшие штоки и крутопадающие дайки близмеридионального простирания.

Месторождения Куранахского поля представлены группами сближенных золотоносных карстовых полостей. Они располагаются вдоль мезозойских даек и разрывных зон субмеридионального простирания в известняках верхней части платформенного чехла вблизи контакта с терригенными угленосными отложениями нижней юры. Куранахское рудное поле включает 12 основных золоторудных месторождений. Из которых Боковое, Центральное, Порфировое, Дэлбе, Северное являются более крупными, а также много рудопроявлений. Они образуют на пологом водоразделе рек Куранах и Якокут протяженную 30 - километровую субмеридиональную полосу. В нижних частях карстовых полостей наблюдаются зоны дробления и брекчирования известняков, а иногда - измененные сильно

окисленные мезозойские дайки. Карстовые полости выполнены золотоносным рыхлым красно-бурым глинисто-песчаным материалом, содержащим переменное количество щебнисто-глыбовых обломков разной крупности. Обломки состоят в основном из вмещающих карбонатных пород. В них иногда присутствуют нижнеюрские песчаники, мезозойские дайки, изредка - реликтовые глыбы первичных золотых руд. Нижние, обычно безрудные части карстовых полостей, часто обогащены глинистым материалом. Глубина золотоносных карстовых полостей в среднем 10-20 м, редко до 50-60 м, ширина – 10-80 м и протяженность 600-800 м. Золоторудные залежи обычно тяготеют к средней и верхней частям карстовых полостей. В верхних частях иногда сохраняются реликтовые глыбы первичных руд с урановой минерализацией (месторождение Боковое и др.).

Реликты глыб первичных метасоматических руд имеют размер до первых метров. Они сложены в основном кварцем (от 60-90%), адуляром (5-20%) и притом (5-40%). Как второстепенные минералы отмечаются флюорит, кальцит, бурый калиевый полевой шпат, серицит, марказит, в единичных зернах халькопирит, пирротин, сфалерит и магнетит.

Петрографическое и химическое изучение состава обломков и цемента брекчиевидных метасоматитов обогащенных золотом и ураном показало, что они состоят в основном из тонкого агрегата кварца с вростками иногда идиоморфного адуляра. Рудообразующие гидротермальные процессы, развивающиеся вдоль тектонических зон, и мезозойских даек, вероятно, сформировали ныне разрушенные и описываемые по реликтовым глыбам первичные уран-золоторудные залежи Куранахского типа.

С. В. Яблоковой (1968) в первичных рудах выделены две генерации золота. Первая представлена тонкодисперсным золотом, заключенным в тонкозернистом метасоматическом пирите I. Содержание золота в нем составляет 81-98 г/т.

Золото второй генерации - более крупное и редкое. Оно связано с кварцем II и ассоциирующим с ним пиритом II. Содержание золота

в пирите II 30,9-45,8 г/т. Формы выделений золота второй генерации - прожилковидно-пластинчатая, комковидная, дендритовая. В окисленных рудах установлено переотложенное самородное золото, частично находящееся в сростании с гидроксидами железа.

Ураноносными являются неокисленные брекчиевидные метасоматиты пирит-адуляр - кварцевого состава. Содержание урана в отдельных штуфных пробах брекчиевидных руд достигает 1,1-1,4 %, а в массивных и полосчатых разностях до 0,3 %. Содержания урана в метасоматитах весьма неравномерны и не коррелируются с содержаниями в них золота. Урановый минерал присутствует в виде тонких (до 0,01 мм) прожилковидных, сетчатых и неправильных выделений. Он имеет черный цвет и низкую отражательную способность, изотропен, без рефлексов или с неясно выраженными буроватыми рефлексами. Форма его – изометричная, иногда-кубическая. Минерал условно отнесен к гидратированному ураниниту. Повышенных содержаний титана в этих рудах не отмечается.

В Куранахском рудном поле глубокими наклонными буровыми скважинами, пробуренными до пород фундамента, ниже золотоносных карстовых полостей на глубинах 268-513 м в карбонатных породах вскрыты зоны крутопадающих карбонатных прожилков, содержащих включения пирита и углеродистого вещества типа битума. В мелкозернистом пирите из этих прожилков в трех пробах содержание золота составило 15,2; 35,7; 66,5 г/т, а серебра - 178,738 и 35,8 г/т. В самом битуме содержания золота и серебра в двух пробах составили соответственно 3,9 и 12,2 г/т; 45 и 452 г/т. В породах кристаллического фундамента на глубине 600-660 м этими скважинами пересечены зоны прожилков с хлоритом, карбонатом и тонкозернистым пиритом с повышенными содержаниями золота (13,7 и 24,2 г/т и серебра 86,2 и 832 г/т). На этих интервалах с помощью гамма-каротажа зафиксированы радиоактивные аномалии урановой природы. Именно по этим зонам, скорее всего, поднимались гидротермальные растворы, сформировавшие золотоносные и ураноносные метасоматиты Куранахского рудного узла.

Для двух типов первичных руд Эльконского и Куранахского характерно наличие ряда общих черт: золотоурановый состав оруденения, весьма большая протяженность оруденения по простиранию (более 25 км) и выдержанность состава оруденения, проявленного на такой большой протяженности. Это позволяет нам связывать образование этих двух типов с крупными тектоническими нарушениями, глубоко уходящими в породы фундамента.

1.3. Самолазовский тип

Представителем нового типа золоторудных месторождений, который оказался особенно благоприятным для отработки методом кучного выщелачивания, является Самолазовское месторождение (рис. 3).

Участок месторождения сложен субгоризонтально залегающими скарнированными мраморизованными известняками, доломитами венд-нижекембрийской толщи чехла и прорывающими их мезозойскими сиенитами. Последние также образуют крупное субгоризонтальное тело, над которым располагаются основные рудные залежи месторождения.

Рудные залежи имеют преимущественно пологую пластообразную, линзовидную форму и расположены на двух гипсометрических уровнях. Границы рудных тел на месторождении устанавливаются только по данным опробования (Рис.4).

Выделяются 5 залежей нижнего уровня и 7- верхнего. Глубина оруденения нижнего уровня составляет 20 -75 м от поверхности, находящейся на абсолютных отметках 980-1010 м. Крупнейшая на месторождении основная залежь этого уровня имеет размеры в плане до 310х450 м.

Залежи верхнего уровня располагаются на глубинах 0-20 м от поверхности и отделены от залежей нижнего уровня безрудными прослоями мощностью 1-40 м. В центральной части месторождения залежи обоих уровней иногда сливаются, образуя единую залежь большой мощности (до 50 м) и продуктивности.

Геологоразведочный план месторождения Самолазовское.

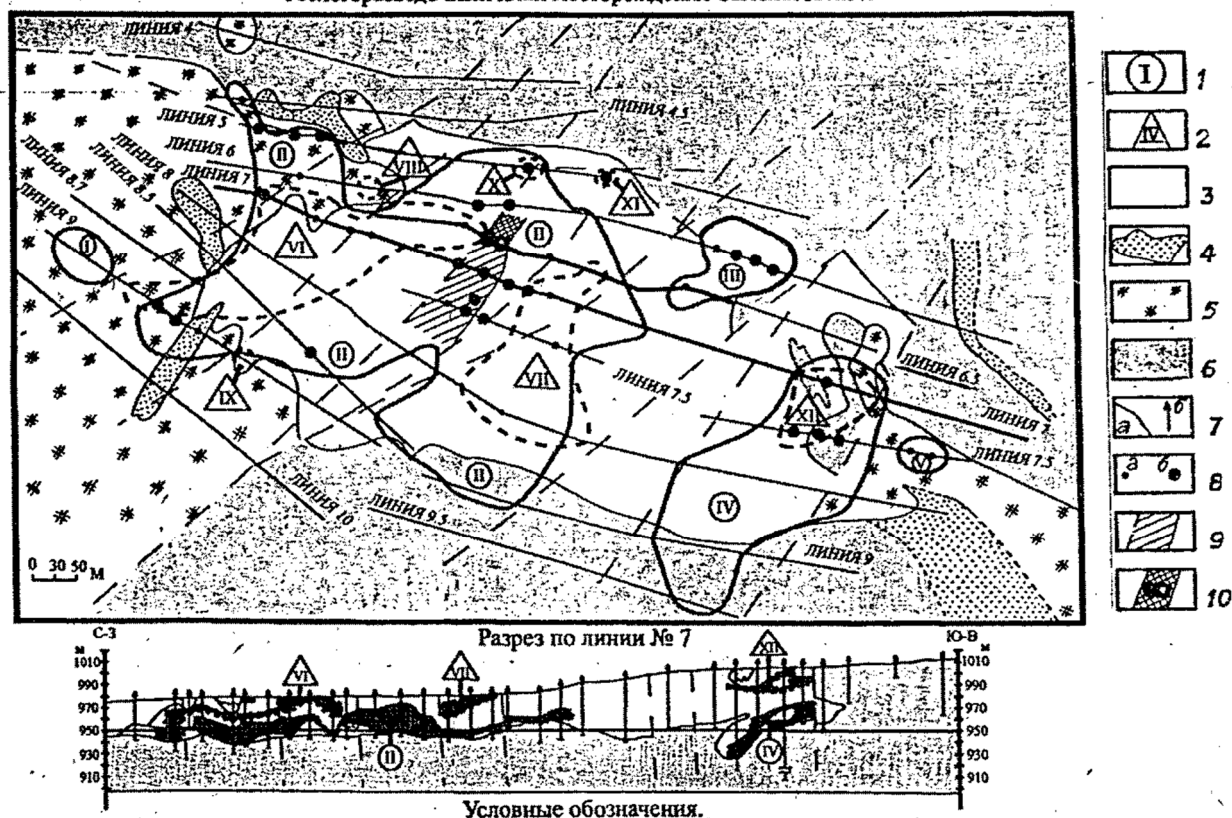


Рис. 3. Геологический план (а) и разрез (б) Самолазовского месторождения
 1-2 – контуры рудных залежей: 1 – нижнего уровня, 2 – верхнего уровня; 3 – дезинтегрированные рыхлые ожелезненные породы; 4 – скарнированные породы; 5 – мраморизованные доломиты; 6 – эгирин-авгитовые сиениты; 7 – рудные залежи в разрезе; 8 – тектонические нарушения; 9 – буровые скважины

По содержаниям золота выделяются бедные - 0,6-2 г/т, богатые руды – до 30-50 г/т, а в отдельных пробах содержание достигает 300-600 г/т. Содержание серебра в рудах - весьма низкое, обычно первые г/т, редко в богатых рудах до 20-30 г/т. Размер золотинок весьма мелкий, изредка до 0,15 мм (по данным В. А. Амузинского и др.).

Богатые руды представлены рыхлым сильно окисленным материалом, состоящим из тонкоагрегатного кварца, гидроксидов железа и марганца, а также рихтерита, при практическом отсутствии глинистых минералов. Они локализируются в зонах интенсивного просачивания поверхностных вод, контролируемых тектоническими нарушениями преимущественно северо-восточного и субширотного простирания. Предполагается, что эти воды переносили золото, высвобождавшееся при окислении золотосодержащих сульфидов. Тонкие выделения самородного золота накапливались над менее

проницаемыми трудно выветриваемыми породами и прежде всего - над субгоризонтальным контактом сиенитов с образованием основных рудных залежей. Эти данные свидетельствуют о том, что эти руды возникли при гипергенном преобразовании широко распространенных в данном регионе слабозолотоносных скарноидов и связанных с ними гидротермально-метасоматических образований.

Основные пологие рудные залежи месторождения сложены рыхлыми окисленными рудами. Возможность заимствования золота из золотосодержащих сульфидов вышезалегающих скарнированных окварцованных пород и гидротермально-метасоматических образований с тонкой вкрапленностью пирита подтверждается следующими данными:

- нахождение основной части высокопробного золота в весьма тонких свободных хорошо цианирующихся частицах;
- тесная связь золота с гидроксидами железа и марганца;
- отсутствие в рудах месторождения относительно крупного золота, характерного для гидротермальных месторождений;
- очень низкое содержание в рудах серебра.

Бедные руды Самолазовского месторождения представлены частично окисленными сульфидизированными окварцованными скарнированными породами, образованными по мраморам (экзоскарны) и мезозойским сиенитам (эндоскарны). Содержание золота в этих рудах обычно - низкое (0,6-3 г/т). Они иногда сохраняются в боковых частях тел основных богатых рыхлых окисленных руд месторождения. Эти образования мы рассматриваем в качестве первичных руд месторождения.

В состав золотоносных скарнированных мраморов входят в основном - диопсид, волластонит, тремолит, и особенно его волокнистая асбестовидная разновидность - рихтерит, а также флогопит, кварц, карбонаты, флюорит, магнетит и сульфиды. Сульфиды образуют рассеянную, а также прожилковидную вкрапленность. Их количество обычно не превышает первые проценты, изредка до 10-20 %. Они представлены пиритом, в подчиненном количестве присутствуют халькопирит, галенит,

сфалерит, блеклая руда. В скарноидах, образованных по сиенитам, резко преобладает флогопит. Связь золота с сульфидами в слабоокисленных рудах скарноидов подтверждается данными фазовых анализов золота в технологической пробе, взятой по двум скважинам. Доля тонкодисперсного золота, находящегося в сульфидах, по данным этой пробы, составляет 43%, еще 8% золота тоже является тонкодисперсным и находится в силикатах. Результаты анализов подтверждают приуроченность золота в слабоокисленных рудах к сульфидам. Эти руды являются значительно менее благоприятными для кучного выщелачивания.

Проведенные нами опыты по цианидному выщелачиванию золота из фракций разной крупности пробы относительно богатой (4,5г/т) окисленной руды месторождения дало следующие результаты. Полученная путем отмучивания пробы в воде наиболее тонкая «киловая» фракция руды оказалась, в значительной части, сложенной рихтеритом. Попытка профильтровать через эту фракцию цианистый раствор и извлечь находящееся в ней золото оказалась безуспешной, раствор через нее не прошел и был поглощен веществом фракции. Пробирный анализ содержания золота в высушенной пробе этой фракции показал, что при отмучивании содержание золота в ней повысилось до 5,3 /т, т.е. произошла концентрация золота из водного раствора, вероятно путем его сорбции рихтеритом. Можно также сделать достаточно надежное заключение, что именно с рихтеритом этой фракции связано наблюдающееся при цианировании руд этого месторождения значительное поглощение реагентов.

Цианирование более крупных фракций руды «+0,2-0,5», «+0,5-2 мм», «+2-7мм» показало достаточно высокое, но снижающееся извлечение из них золота - соответственно с 88% до 66%. Крупная фракция «+7 мм» была нами разделена по вещественному составу на две составляющие: руда, сложенная рыхло-натечным материалом, состоящим из кварца и гидроокислов железа и руда, представленная более плотными окварцованными гидроокислами железа. Содержание золота в первой пробе руды, и величина его извлечения при ее цианировании оказались высокими (извлечение 85%). В пробе

второй плотной окварцованной руды содержание золота оказалось почти в 10 раз более низким, а величина его извлечения при цианировании составила всего 36%. Эти данные свидетельствуют в пользу обогащения рыхлой проницаемой руды тонкими мигрирующими хорошо цианирующимися частицами самородного золота.

1.4. Рябиновский золото-порфировый тип

Месторождения приурочены к интрузивным массивам одного из центров мезозойского магматизма в западной части Эльконского горста. Руды Рябиновского и Нового месторождений относятся к золотопорфировому типу. Рябиновский тип оруденения проявлен только в многофазных мезозойских плутонах вдоль контактов интрузивных пород, резко отличающихся по своим физико-механическим свойствам и текстурно-структурным особенностям и залегает в более хрупких крупнозернистых пористых породах. Золотое оруденение здесь установлено лишь в двух интрузивах, отличающихся сложным многофазным строением - Мусковитовом и Новом. Локализация оруденения отчетливо контролируется нарушенными контактами пород отдельных фаз внедрения, слагающих интрузивный комплекс. Оба эти массива имеют многофазный состав, включая интрузивные породы 4-5 фаз внедрения, не считая маломощные дайковые образования.

Массив Мусковитовый располагается в верховьях левого истока руч. Рябиновый - руч. Мусковитовый. Он вытянут в северо-восточном направлении и имеет размеры порядка $3 \times 1,3$ км² и площадью 2,5 км². В его пределах расположено 5 рудных залежей Центрального участка из 6 выявленных залежей на месторождении Рябиновое. Однако в пределах этих 5 рудных залежей заключено менее 50% общих запасов золота месторождения Рябиновое (рис.4).

Шестая рудная залежь приурочена к интрузивному массиву Новый, расположенному в 500 м к юго-востоку от массива Мусковитовый. Оба массива Новый и Мусковитовый залегают в сильно измененных фенитизированных гнейсах, внешне мало

отличающихся от пород мезозойских интрузивов.

Золотое оруденение в интрузии Мусковитовой приурочено к зоне развития эруптивных брекчий и пегматоидов. В обломках брекчий присутствуют мезозойские магматические породы более ранних фаз и реже фенитизированные породы архея. Зона пегматоидов и эруптивных брекчий контролирует положение рудных залежей Центрального участка - Западную, Юго-Западную, Восточную и Северную.

В настоящее время уран выделяется как особенно важный вид стратегического сырья, мировая цена выросла до 80 \$/кг.

Эльконский рудный узел по запасам урана – один из крупнейших в мире. Здесь разведано 22 урановых месторождения и выявлено большое количество ураноносных зон. Утвержденные балансовые запасы составляют около 350 тыс. т, а общие ресурсы – 600 тыс. т [1]. Кроме урана в рудах содержатся около 1000 т золота [4], а в некоторых типах руд – серебро и молибден.

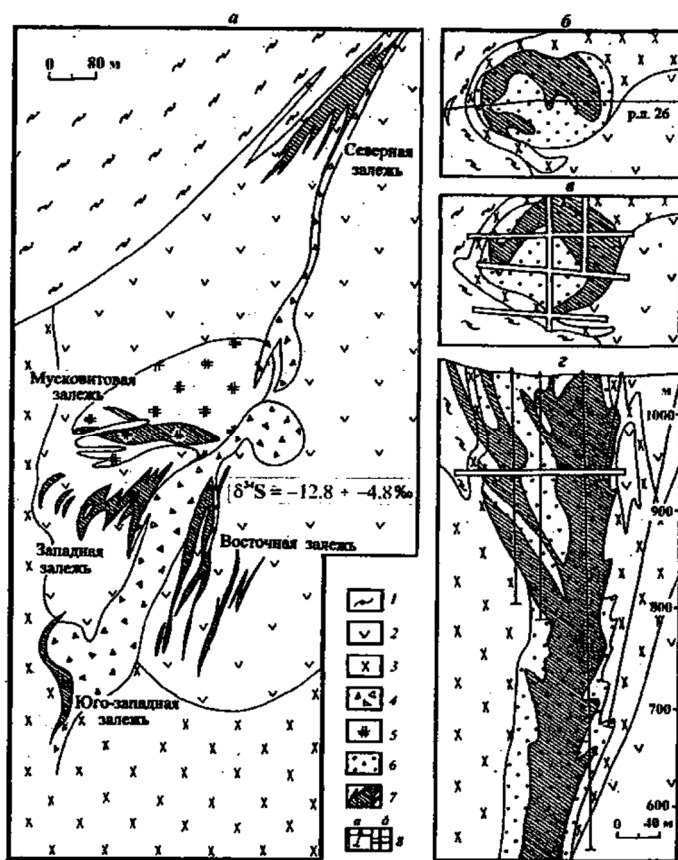


Рис. 4. Геологические планы месторождений рябиновского типа.

а – Рябиновское; б – Новое (поверхность); в – горизонт штольни; г – разрез по линии 26; 1 – фенитизированные гнейсы архея; 2 – нефелиновые сиениты; 3 – эгириновые сиениты; 4 – эруптивные брекчий; 5 – пегматоидные ортоклазиты; 6 – рудоносные эпилейцитовые сиениты; 7 – рудные тела; 8 – скважины (а) и горные выработки (б)

2. Основные типы руд месторождений в тектонических зонах кристаллического фундамента Эльконского горста

Изучению этих месторождений в настоящее время придается особое значение.

Рудоносным зонам Эльконского горста свойственно комплексное оруденение, которое по соотношению основных компонентов и минеральному составу можно отнести к четырем типам (табл. 1). Месторождения приурочены в основном к омоложенным в мезозое тектоническим зонам древнего заложения северо-западного ($290-330^0$) простирания и к собственно мезозойским зонам (рис. 5). К зонам древних разломов приурочены протерозойские метасоматиты кварц-ортоклаз-плагиоклазовой и кварц-альбит-микроклиновой формаций, метадиориты и метагаббро-диориты, а также бластомилониты и бластокатаклазиты. Домезозойские комплексы пород во многом определили продуктивность рудоносных зон в мезозойское время. Возраст заложения зон 1840 ± 100 млн. лет.

Золоторудная минерализация ураноносных зон связана с формированием пирит-карбонат-калиевошпатовых метасоматитов, которые ранее были названы "гумбеитами". Для метасоматитов, относимых к формации гумбеитов, выделенных Д. С. Коржинским [6] в ореолах шеелитоносных кварцево-жильных зон Урала, характерна ассоциация кварца, анкерита и калиевого полевого шпата. Эльконским метасоматитам присуще практически полное замещение кварца. Их состав определяется сосуществованием калиевого полевого шпата (40–60%), карбонатов (35–40%) и золотоносного пирита (7–15%). Их предлагается назвать «элькониты». Возраст этих метасоматитов по K-Ar методу 155–140 млн. лет, а возраст рудных образований (браннерит) по U-Pb методу 135–130 млн. лет.

Золотоносные пирит-карбонат-калиевошпатовые метасоматиты наиболее типичные образования рудоносных разломов. В строении метасоматических ореолов выделяют три зоны: центральную, промежуточную и внешнюю. Центральная зона ореолов совпадает с

участками наиболее интенсивной тектонической проработки и максимального метасоматического преобразования пород.

Таблица 1

Геолого-промышленные типы руд месторождений Эльконского рудного узла

Геолого-промышленные типы руд	Содержание урана, %; состав урановой минерализации	Содержание золота, г/т, молибдена, %, формы их нахождения	Содержание основных технологически важных компонентов		Разведанные месторождения
			карбонатов	сульфидов	
<i>Эльконский</i> Au-содержащие браннеритовые	0,123-0,195 разложенный браннерит, браннерит, коффинит	Au-0,7-1,7 дисперсное в пирите Свободное, Мо - не выявлен	3-15%	3-10%	Северное, Элькон, Плато, Центральное, Непроходимое, Весеннее, Агдинское, Невское
<i>Интересный</i> Au-содержащие уранинитовые	0,204-0, 354 уранинит	Au-0,4-0,5 Свободное Мо не выявлен	2-6%	2-5%	Интересное
<i>Минеевский</i> Золото-уран- содержащие молибденитовые	0,0п% разложенный браннерит, коффинит, настуран	Au-0,1 г/т дисперсное в пирите, , Мо- 0,12% - 0,18% молибденит иордизит	4-7%	3-5%	Минеевское
<i>Федоровский</i> Комплексные уран-серебро- золотые	0,021-0,046 разложенный браннерит, браннерит	Au-2,7-9,4 дисперсное в пирите, Свободное, Мо - не выявлен	7-15%	5-15%	Лунное

Мощность составляет 2–12 м, реже до 20 м. Средние содержания золота в сплошных метасоматитах отдельных участков зоны Южной 1,2–1,7 г/т. В пределах этих метасоматитов кварц, полевые шпаты и темноцветные минералы вмещающих пород практически полностью замещены тонкозернистым агрегатом, состоящим из калиевого полевого шпата (адуляр), карбонатов (анкерит, доломит, кальцит) и тонкозернистого пирита (мельниковит). С последним в основном связана золотоносность этих

метасоматитов. Постоянное присутствие рассеянного мельниковита в эльконских метасоматитах определяет их темную (до черной) окраску.

В промежуточной зоне метасоматически преобразован не весь объем пород, в значительной мере сохраняются структурно-текстурные особенности и реликтовые минералы субстрата. Во внешней зоне большую роль играют реликты замещаемого субстрата, а метасоматиты развиты вдоль отдельных швов. Мощность промежуточной и внешней зоны 10–30 м. Границы рудоносных зон проводятся по краевым швам метасоматитов. Их состав практически не изменяется как на всем исследованном интервале глубин зоны Южная, так по протяженности (20 км). Аналогичные закономерности отмечены и в остальных зонах.

К промежуточной и внутренней зонам метасоматитов, как правило, приурочены более поздние прожилковая и прожилково-вкрапленная минерализации других стадий, в том числе и урановорудной.

Зона окисления на месторождениях развита слабо, неравномерно и имеет типичный трещинный характер.

Зона Южная включает 9 кулисообразно залегающих в ней золото-урановых месторождений. Рудоносные зоны объединяют по 2-14 залегающих в них тоже кулисообразных урановорудных тел (рис.6). Все эти образования локализованы в наиболее четко контролируемых названных рудовмещающих тела мощной зоне золотоносных метасоматитов – эльконитов. Средняя мощность развития зоны шовных эльконитов по отдельным месторождениям зоны Южной изменяется от 7,3 м до 15 м, в среднем составляя 11 м, среднее содержание в них золота 0,9 г/т. К ядру Южного разлома шовные элькониты сливаются и образуют зону сплошных золотоносных метасоматитов, к которой, как правило, приурочены серии наложенных на них урановорудных браннеритовых швов. Тела плотных сплошных метасоматитов имеют среднюю мощность в пределах отдельных месторождений 1,2-1,7 м, они четко фиксируются по содержанию золота выше 1 г/т.

Типичным примером месторождений золотосодержащего исходно-браннеритового типа являются месторождения Курунг и Эльконское плато. Древняя структура, также как и на других месторождениях, представлена милонитами, милонитизированными ортогнейсами. На пирит-карбонат-калиевошпатовые с тонкодисперсным золотом метасоматиты последовательно наложены минеральные комплексы пирит-браннеритовой, карбонат-кварцевой и кварц-карбонатной стадий. В отличие от других месторождений зоны Южной (Элькон и др.) пирит-карбонат-калиевошпатовые метасоматиты содержат меньше адуляра в связи со слабым развитием перекристаллизации калиевого полевого шпата. На месторождении Курунг появляются локально высокие содержания золота, что связано со спорадическими проявлениями свободного золота в виде ксеноморфных, листочковидных зерен размером 30-50 мкм, вкрапленного в пирит, реже карбонаты (доломит, кальцит). С его появлением связаны единичные пробы, содержащие до 100 г/т золота. В целом, для месторождений этого типа характерны микробрекчиевые и брекчиевидные текстуры золотоурановых руд.

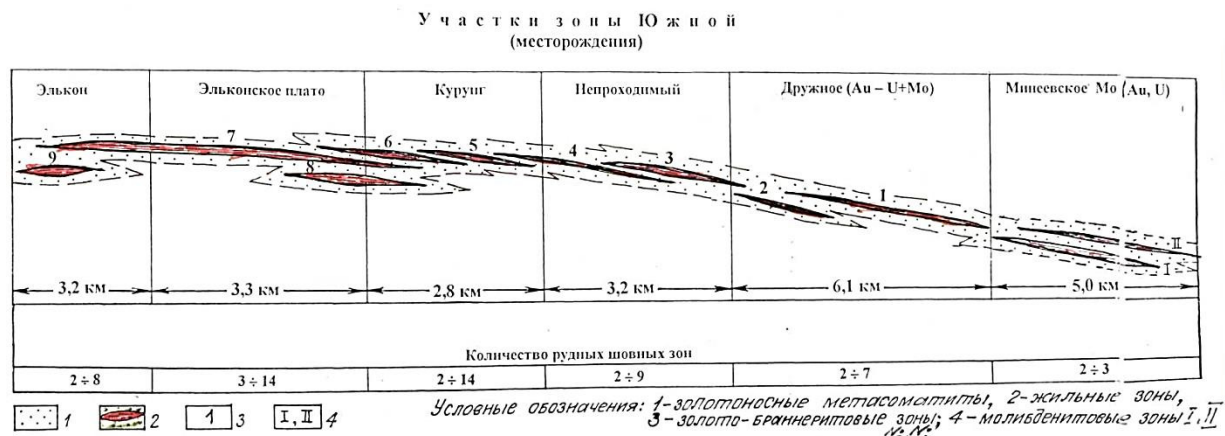


Рис. 6. Кулисообразное строение зоны Южная (А) и внутреннее строение рудоносной зоны (Б)

А: 1 – околорудные метасоматиты, 2 – рудные тела; Б: 1 – биотит-амфиболовые гнейсы, 2 – метадiorиты, 3 – бластомилониты, 4 – швы золотоносных метасоматитов, 5 – зоны сплошных метасоматитов, 6 – ураноносные браннеритовые швы, 7 – барит-кварцевые прожилки и жилы, 8 – поздние молибденсодержащие карбонат-кварцевые прожилки

Все руды Эльконского горста принадлежат к алюмосиликатному типу и являются слабо или умеренно-карбонатными малосульфидными. Главная особенность основной массы гипогенных золотосодержащих урановых и комплексных уран-серебро-золотых руд района (кроме золотосодержащих уранинитовых руд зоны Интересной) – первоначальное нахождение в них урана в форме труднорастворимого титаната урана – браннерита. Однако при этом до сих пор не достаточно учитывался тот важный факт, что в основном во всех зонах района браннерит (85–95%) в первичных рудах гипогенно преобразован в метамиктный скрытокристаллический агрегат желто-бурых оксидов титана, урана и урановых слюдок. Поэтому правильнее называть минерализацию этого типа "исходно браннеритовой". Другие минералы урана коффинит и реже настуран имеют в основных рудных зонах района резко подчиненное значение. Наличие первичного труднорастворимого браннерита приводит к резкому удорожанию переработки руд, так как требует большего расхода серной кислоты (до 40% от веса руды). В то же время многочисленные данные технологических испытаний этих руд показали, что извлечение из них 80–90% урана происходит сравнительно легко даже при низкой концентрации растворов H_2SO_4 10-20%, а чтобы довести извлечение урана до необходимых 95-98% требуется резкое увеличение концентрации растворов. Соотношение в рудах количеств эндогенно разложенного и неизмененного браннерита – важный технологический показатель качества руд.

2.1. Эльконский золотобраннеритовый тип руд

Золотосодержащие исходно браннеритовые руды, с которыми связана основная промышленная ценность оруденения Эльконского рудного узла, проявлены в зонах Южная, Северная, Сохсолоохская, в большинстве других. Типичный пример таких руд – месторождения Курунг и Эльконское плато. Носитель золота в метасоматитах – пирит, образующий мелкие (0,001–0,15 мм) выделения вместе с карбонатами замещающими темноцветные минералы вмещающих пород. Содержание золота в пирите 60–90 г/т. Ограниченно распространено

самородное золото в виде листочковидных округлых выделений размером 30–50 мкм. На пирит-карбонат-калиевошпатовые с тонкодисперсным золотом метасоматиты последовательно наложены минеральные комплексы пирит-браннеритовой, карбонат-кварцевой и кварц-карбонатной стадий. На месторождении Курунг появляются локально высокие концентрации золота, что связано со спорадическим появлением свободного золота в виде ксеноморфных, листочковидных зерен размером 30–50 мкм, вкрапленного в пирит, реже карбонаты (доломит, кальцит). Причем в единичных пробах количество золота возрастает до 100 г/т. Для месторождений этого типа характерны микробрекчиевые и брекчиевидные текстуры золотоурановых руд.

При анализе суммарной продуктивности золота и урана в контурах балансовых и забалансовых руд в продольных проекциях зон Южная и Северная установлены следующие закономерности:

- совмещение изолиний средних и высоких значений продуктивности золота и урана особенно четко проявлено на более низких горизонтах зон (<+200 м), что определяется в целом телескопическим характером стадийности процесса минералообразования, а также его максимальной интенсивностью.

- заметное снижение продуктивности золота и исчезновение промышленных руд урана на высоких (> +800 м) горизонтах зон в связи с уменьшением интенсивности минералообразования процесса (рис. 7).

На юго-восточном фланге зоны Южная браннеритовое оруденение сменяется молибденит-браннеритовым, а далее на юго-восток оруденение становится существенно молибденовым (здесь выявлено Минеевское месторождение молибдена). На западных флангах Эльконского узла, в области влияния западно-эльконского магматического ареала и малоглубинных очагов, появляются золотосодержащий уранинитовый и федоровский типы руд.

2.2. Минеевский золото-урансодержащий молибденовый тип

Руды этого типа отличаются широким развитием поздних жил и прожилков серого кварца с молибденитом. Протяженность участка рудоносной зоны 7,6 км. На прослеженной глубине (до 1,8 км) не

обнаружено признаков снижения продуктивности оруденения. Среднее содержание молибдена в рудах 0,15 %. До глубин 100–200 м от поверхности рудная минерализация представлена брукит-иордизитовой ассоциацией, где брукит резко преобладает над молибденитом, что приводит к формированию своеобразной "титановой шляпы".

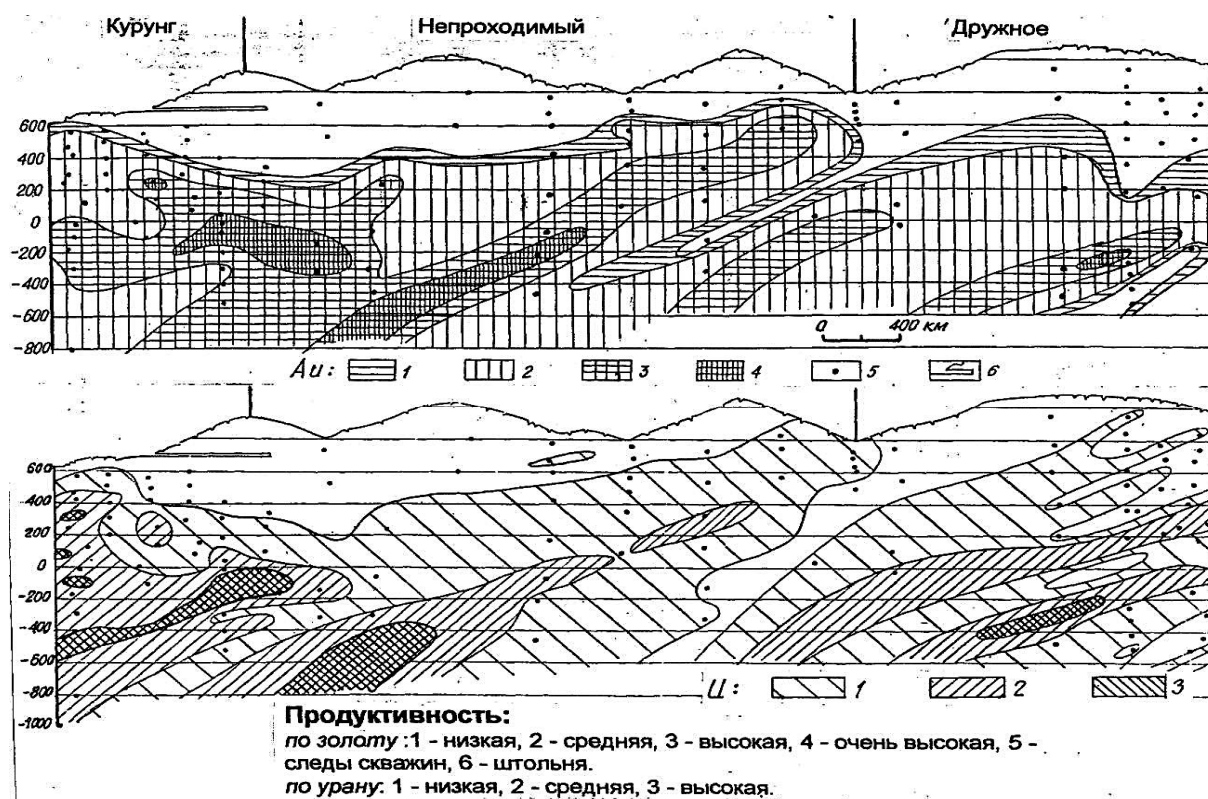


Рис. 7. Продольный разрез центральной части зоны Южной с данными ее продуктивности по золоту (а, в метрограммах) и урану (б, в метропроцентах) 1 – фоновая (до 2), 1 – низкая (2-7), 3 – средняя (7-15), 4 – высокая (>15); 5 – фоновая (<0,045), 6 – низкая (0,045-0,1), 7 – средняя (0,1-0,5), 8 – высокая (>0,5), 9 – скважины, 10 – штольня

В участках развития брукит-иордизитовой ассоциации содержание молибдена обычно 0,05–0,10 %. Ниже распространена молибденит-иордизитовая ассоциация с содержанием молибдена 0,1–0,2 %. Наиболее богатое молибденовое оруденение находится в контуре изолиний суммарной мощности кварцевых жил 3–5 м. В молибденовых концентратах с 30–50% молибденита содержание

рения 5–80 г/т. В зоне окисления развиты гипергенные минералы молибдена – бетпакдалит, ильземаннит.

В двух полупромышленных технологических пробах, отобранных на Минеевском месторождении, содержание золота составило 0,1–0,2 г/т. По штуфным пробам, отобранным в ходе полевых работ, содержание золота достигало 1,5 г/т.

2.3. Золотоуранинитовый тип руд в зоне Интересная

Золотосодержащие уранинитовые руды установлены в северо-западной части Эльконского горста, где развито значительное количество мезозойских даек и интрузий. Следует отметить, что практическое значение этого типа невелико, он проявлен в четырех зонах, в двух из них подсчитаны запасы. Урановые руды этого типа несколько богаче и контрастнее, чем другие типы, но с небольшими запасами. Среднее содержание урана 0,2–0,3%, золота 0,4 г/т. Зона Интересная является наиболее крупной структурой с уранинитовой минерализацией. Кроме нее к этому типу относятся и другие зоны, которые тяготеют к щелочному интрузиву с ореолом интенсивной фенитизации вмещающих гнейсов. Фениты эгиринокалиевошпатового, в меньшей степени эгирин-альбит-калиевошпатового составов прослеживаются до 800 м от интрузива.

Местами в фенитах отмечаются мелкие гнезда апатита с вкрапленниками урано-ториевых минералов. В процессе образований фенитов в тесно с ними связанной зоне Интересной Л.С. Рудницкой выделены шесть минеральных ассоциаций: пирит-калиевошпатовая, сульфидно-биотитовая, уранинит-сфеновая, альбит-сульфидно-эгириновая, пентолит-кварц-микроклиновое и сульфидно-барит-кварцевое.

Для зоны Интересной характерно слабое развитие и небольшая глубина зоны окисления (до 50 м).

В концентратах пирита ранней генерации с каплевидным золотом его содержание колеблется от 9,1 до 24,5 г/т [2].

Отличительная особенность зоны Интересной – отсутствие золотоносных пирит-карбонат-калиевошпатовых метасоматитов,

развитых в рудоносных структурах других типов. Относительно локальное образование вместо браннеритового уранинитового оруденения в зонах этого типа мы связываем с термодинамическим влиянием западно-эльконского магматического ареала и присутствием здесь вторичного малоглубинного магматического очага.

2.4. Федоровский уран-сереброзолотой тип руд

Руды этого типа проявлены в зонах Федоровская, Звездная, Мраморная, Марсовая в юго-западной части Эльконского горста, где также широко развиты мезозойские интрузии и дайки. Состав золотоносных пирит-карбонат-калиевошпатовых метасоматитов аналогичен таковому в основных зонах горста, мощность от 5–8 до 30 м, они вмещают относительно маломощные швы исходно браннеритового состава. Для зон типично повышенные (до 15%) количества золотоносного пирита и карбонатов (до 35%), что объясняется более меланократовым составом замещаемого субстрата. Отличительная особенность руд федоровского типа – повышенные содержания золота (2–10 г/т) и серебра (15–200 г/т), что в основном вызвано наложением на золотоносные метасоматиты и браннеритовые швы послебраннеритовой ассоциации рисовидного кварца и тонкозернистого карбоната с самородными золотом, серебром и сульфидами серебра.

Зона Федоровская локализована в диопсидовых, амфибол-диопсидовых, биотит-диопсидовых, амфиболовых кристаллосланцах и гнейсах федоровской свиты архея. Особенность строения минерализованной зоны – ее древнее заложение. В центральной части вдоль дайки ортогнейсов развиты бластомилониты, милонитовые швы, а также мезозойские образования – брекчии, золотоносные метасоматиты пирит-кварц-карбонат-калиевошпатового состава, наложенные браннеритовые швы. Зона имеет северо-западное, близкое к субширотному, простирание с азимутом 290° и крутое юго-западное падение. Протяженность зоны 10 км. Урановые браннеритовые швы локализованы внутри золоторудных тел.

3. Условия формирования золоторудных и золотоурановых месторождений Эльконского горста

В результате изучения установлена четкая приуроченность эндогенных месторождений, залегающих в осадочных и метаморфических образованиях, к породам определенных структурно-стратиграфических уровней.

К верхнему уровню – области контакта венд-нижнекембрийской карбонатной толщи чехла с нижнеюрскими терригенными угленосными породами – приурочены месторождения куранахского типа.

В среднем уровне – нижние горизонты названной карбонатной толщи чехла, выше поверхности ее несогласного налегания на кристаллические породы фундамента, локализованы богатые золоторудные послойные залежи и секущие жили с рудами лебединского типа.

Нижний уровень рудоносности связан с породами кристаллического фундамента, разбитого многочисленными тектоническими зонами древнего заложения, омоложенными в мезозое, и собственно мезозойскими рудоносными зонами. Они вмещают все четыре типа золотоуранового и молибденового оруденения Эльконского горста.

Месторождения с выделенными типами оруденения пространственно и генетически связаны с многочисленными телами субщелочных мезозойских интрузий алданского комплекса. Близповерхностные порфировые субщелочные секущие, пластовые малые интрузии и дайки нескольких фаз внедрения по геофизическим данным являются производными малоуглубинных магматических очагов.

С полями развития мезозойских интрузий, следовательно, и с их малоуглубинными магматическими очагами связаны золоторудные месторождения с лебединским, самолазовским и рябиновским типами оруденения. Оруденение крупнейших золотоурановых (браннеритовых) рудных зон эльконского типа (Южная и др.) и сопряженных с ними более мелких зон Эльконского горста, удаленных от основных интрузий и их магматических очагов на большое расстояние, связывать с этими малоуглубинными очагами нет основания.

Учитывая 20-километровую протяженность оруденения зоны Южной и его выдержанность на глубину более 2 км, источниками рудоносных растворов можно считать мезозойские магматические очаги, находящиеся на больших глубинах. Об этом свидетельствует также отсутствие зонального изменения составов минералов, связанных с эльконитами и уранового (браннеритового) оруденения, прослеженных по этой протяженной зоне и на глубину.

Уникальное по масштабам золотоурановое оруденение Центрального Алдана могло быть спродуцировано глубокими мантийными магматическими очагами (>30 км). Это подтверждается и результатами изотопных анализов углерода и кислорода, выполненных М. И. Кучером, и результатами анализов изотопного состава сульфидной серы. Изотопный состав углерода $\delta^{13}\text{C}$: из кварц-карбонатного прожилка 7‰, из карбонатного цемента рудоносных метасоматитов 8,0 и 7,1‰, из газовой-жидких включений (ГЖВ) в кварце из кварц-карбонатного прожилка 12,5 ‰ и 7,6 ‰. Эти значения соответствуют эндогенным образованиям углерода.

Изотопный состав кислорода измерялся в углекислоте из ГЖВ (нагрев до 500°C) и из дефектов кристаллов (форма CO_3^{2-} при нагреве до 900°C после выделения CO_2). Кислород из CO_3^{2-} показал более стабильные значения величины $\delta^{18}\text{O}$ для двух проб: 1,7 ‰ и 9,2 ‰ для кварца; 10,3‰ и 11,8‰ для кальцита. Эти данные тоже свидетельствуют о глубинной природе рудоносных растворов.

По углеродному изотопному термометру определены температуры гидротермального процесса – 300–450°C.

Изотопной характеристики сульфидной серы по δS^{34} из золотоурановых руд (+0,1-+12,8)‰, что соответствует эндогенным образованиям. Температурный интервал формирования этих руд 320–105°C. Данные об особо тяжелом ($\delta\text{S}^{34} +18-+30\text{‰}$) «осадочном» составе серы в пиритах реликтовых первичных богатых уран-золотых руд куранахского типа подтверждают заимствование серы рудоносными растворами из терригенных отложений юхтинской свиты юры, на ее контакте с карбонатными породами. О положении

магматических очагов в западной части района свидетельствуют и факты выдержанного западного склонения тел с наиболее богатым оруденением – рудных столбов. На продольном разрезе по Южной зоне показаны положения участков с наиболее высокой продуктивностью, как по урану, так и по золоту (рис. 8). Вероятно, с поднятием растворов со значительных подкоровых глубин связан своеобразный браннеритовый состав уранового оруденения. Судя по составу эльконитов, гидротермальные щелочно-карбонатные растворы могли обогащаться титаном из вмещающих метаморфических пород фундамента.

Руды зон федоровского типа в отличие от таковых зон эльконского типа характеризуются повышенным содержанием золота и серебра. В них присутствует не только тонкодисперсное «пиритное» золото в составе эльконитов, но и относительно более крупное свободное золото. Последнее приурочено к тонким кварц-карбонатным прожилкам. Свободное золото накладывается не только на доурановые золотоносные элькониты, но и на браннеритовые прожилки. По данным термобарогеохимического изучения руд метасоматиты пирит-карбонат-калиевошпатовой стадии с дисперсным золотом формировались при давлении 47–51,5 МПа и температуре 135–127 °С. Для минералов стадии тонкозернистого карбоната и свободного золота характерны давление 53–98 МПа и температура 160–240 °С, а заключительной флюорит-карбонат-кварцевой стадии – 39–84 МПа и 152–320 °С. Таким образом, повышение давления и температуры от ранней метасоматической стадии к поздним жильным стадиям со свободным видимым золотом могло быть связано с проявлением гидротермального процесса более поздней тектоно-магматической активизации. Минералообразование происходило из натриевых хлоридных растворов, в которых присутствовали K^+ и Mg^+ в различных соотношениях. По-видимому, в минералообразовании участвовали также растворы существенно калиевого и магниево-хлоридного составов. Концентрации растворов варьируют от нескольких процентов до практически рассолов.

Это явление мы связываем с влиянием присутствующих на

площади развития оруденения федоровского типа вторичных малоглубинных магматических очагов.

Зональное изменение состава золотобраннеритового оруденения не свойственно основным рудоносным зонам Эльконского горста. Смена состава оруденения вблизи контакта многофазных мезозойских интрузий в ореоле сопровождающей их фенитизации определило появление здесь особого золотосодержащего сфен-уранинитового типа оруденения (зона Интересная). Его формирование мы связываем с влиянием располагавшегося здесь малоглубинного магматического очага и проявлением в период рудообразования иного термодинамического режима (рис. 8).

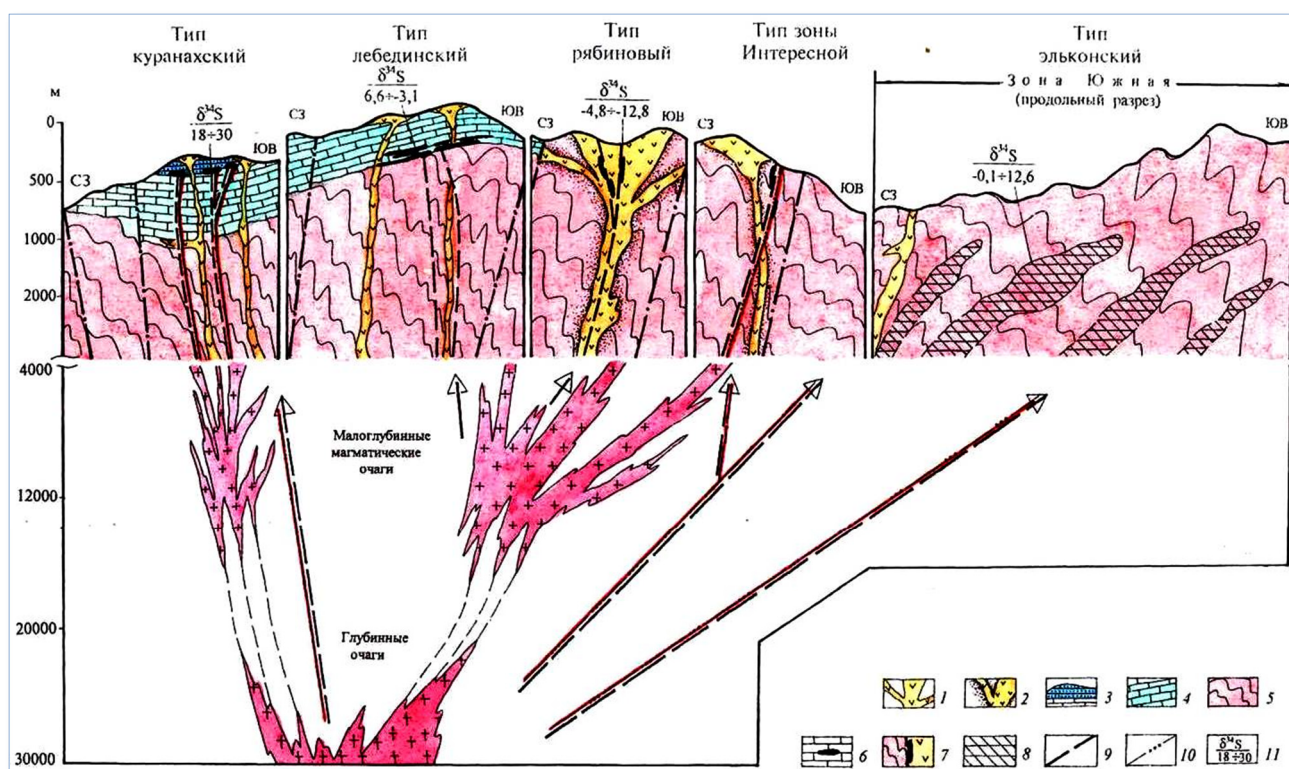


Рис. 8. Геолого-генетическая модель формирования основных типов оруденения Центрального Алдана

1 – мезозойские интрузии и их очаги; 2 – ореолы фенитизации; 3 – юрские терригенные отложения; 4 – венд-кембрийские карбонатные отложения чехла; 5 – породы архейского фундамента; 6 – золоторудные месторождения куранахского типа; 7 – месторождения Лебединского типа; 8-9 – пути движения: 8 – золотоносных растворов, 9 – ураноносных растворов, зона Южная; 10 – золотоносные метасоматиты; 11 – золотоурановое оруденение и его верхняя граница; 12 – богатые золотоурановые руды; 13 – результаты изотопных анализов серы в сульфидных рудах

Предложенная металлогеническая модель Центрально-Алданского рудного района, положенные в ее основу выявленные прогнозно-поисковые признаки типов оруденения могут являться надежной основой для постановки дальнейших работ и открытия новых месторождений в данном, а также в аналогичных рудных районах.

Работа выполнена в рамках тематического плана Министерства образования и науки при финансовой поддержке РФФИ грант 05-05-64041.

Литература

1. Бавлов В.Н., Бойцов А.В., С.А. Головинский и др. Перспективы освоения и развития сырьевой базы урана России // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2005. №1. С.16–26.
2. Бойцов В.Е., Пилипенко Г.Н. Золото и уран в мезозойских гидротермальных месторождениях Центрального Алдана (Россия) // Геология рудных месторождений. 1998. Т.40. №4. С. 354–369.
3. Мигута А.К. Урановые месторождения Эльконского рудного района на Алданском щите // Геология рудных месторождений. 2001. Т. 43. №2. С. 129–151.
4. Казанский В.И. Уникальный Центрально-Алданский золотоурановый рудный район (Россия) // Геология рудных месторождений. 2004. Т. 46 .№3. С. 195–211.
5. Крылова Т.Л., Дорожкина Л.А. Флюидный режим формирования браннерит-серебро-золотого оруденения в зоне Федоровская (Эльконский рудный район) // Известия вузов. Геология и разведка. 2002. №4. С. 73–79.
6. Коржинский Д.С. Очерк метасоматических процессов // Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях М.: Изд-во. АН СССР, 1953. С. 333–456.

В.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко

ОЦЕНКА ОБЩЕЙ РУДОНОСНОСТИ ЭЛЬКОНСКОГО РУДНОГО УЗЛА И ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА В ЦЕЛОМ*

Центрально-Алданский рудный район (ЦАР) широко известен с 30-х годов прошлого столетия, когда стал одним из основных золотодобывающих регионов СССР. После открытия и разведки в 1961-1990 гг. в его восточной части в пределах горного выступа – Эльконского горста многочисленных золотоурановых тектонических зон с крупными месторождениями он стал одним из крупнейших в России и в мире золотоурановых рудных районов. В настоящее время начаты работы по масштабному промышленному освоению этих золотоурановых месторождений. Поэтому представляет интерес проведения анализа всех известных нам за 45 лет изучения этого района данных с целью оценки установленной всеми эксплуатационными, разведочными и поисковыми работами общей рудоносности ЦАР.

Вся рудная минерализация ЦАР связана с проявлением в нем мезозойской тектоно-магматической активизации (ТМА), сопровождающейся наиболее полным и длительным (180-100 млн лет) развитием в нем широкой гаммы близповерхностных мезозойских малых интрузий и даек сиенитового ряда. В структурном отношении ЦАР, имеющий площадь порядка 100х60 кв. км, включает присутствующий в его восточной части Эльконский горст, площадью 40х25 кв. км, сложенный выходами высокометаморфизованных архейских пород, и окаймляющих его практически горизонтально залегающих карбонатных пород вендско-кембрийского платформенного чехла. В верхних частях последних изредка сохранились небольшие реликтовые выходы терригенных отложений нижней юры.

Мезозойские интрузивные породы выходят в западной части

* Тезисы второго международного симпозиума «Уран: ресурсы и производство» (2008 г.)

района и в том числе в западной части горста. В пределах Эльконского горста породы архейского субстрата разбиты многочисленными омоложенными в мезозое крупными рудоносными зонами бластомилонитов древнего-протерозойского заложения и связанными с ними собственно мезозойскими рудоносными зонами. Многочисленные минерализованные тектонические зоны преимущественно северо-западного направления сложены золотоносными пирит-карбонат-калишпатовыми метасоматитами (эльконитами), вмещающими выдержанные серии ураноносных – браннеритовых швов.

В процессе проведенных в 1962-1990 гг. крупнейших геологоразведочных работ из выявленных здесь нескольких сотен рудоносных зон разведано в 16-ти зонах более двадцати золотоурановых месторождений разной протяженности и глубины разведки.

По данным разведки разномасштабных месторождений шести зон нами проведен расчет средней продуктивности 1 погонного километра рудных зон Эльконского горста в пересчете на глубину оценки в 400 метров. Эти данные нами использованы при оценке количества золота и урана в выявленных малоизученных и лишь радиометрически прослеженных зонах. Расчет продуктивности и данные по количественной оценке зон представлены в таблице.

В породах чехла западного обрамления Эльконского горста присутствуют все основные собственно золоторудные месторождения ЦАР, обрамляющие Лебединский рудный узел (в породах основания чехла) и Кураханский рудный узел. Оруденение Кураханского узла приурочено к области верхнего контакта карбонатной толщи с перекрывающими ее юрскими терригенными породами.

Весьма отчетливым является положение Куранахского рудного поля непосредственно на северо-западном продолжении крупных рудоносных структур Эльконского горста.

Нами впервые проведена оценка первичной рудоносности месторождений Куранахского рудного поля. Из успешно разрабатываемых более сорока лет золоторудных месторождений

Куранаха, сложенных рудами ныне переотложенными в крупные линейные карстовые полости, уже добыто 250 т золота. По последним данным нового владельца ОАО «Полюс – Золото» оставшиеся на нем запасы составляют около 130 тонн. О первичном уран-золотом составе куранахских руд свидетельствуют данные проведенного нами в 1971 году изучения реликтовых глыб первичных руд, сохранившихся в отвале негабаритов, складированных в боку карьера первого крупного отработанного месторождения – Боковое. Этот отвал имел размеры 600х40х30 куб. м при плотности 2,7, в нем находилось около 2 млн т руды. Опробование глыб этих первичных руд показало, что средние содержания в них золота составляли порядка 10г/т (до 40 г/т) и урана в среднем 0,1% (до 1%) по данным опробования Приленской экспедиции. Исходя из этих данных, в этом отвале находилось порядка 20 т золота и 2000 т урана, т.е. соотношение золота и урана в первичных ныне эродированных рудах Куранаха было 1:100. Если общее количество золота на Куранахских месторождениях составляет 380 т, а на соседних аналогичных месторождениях Н. Якобитского рудного поля, недавно начатых отрабатываться ОАО «Селигдар», еще 20 т, то всего на месторождениях Куранахского узла количество золота можно оценить в 400 тонн. Принимая во внимание рассчитанное выше соотношение в первичных рудах Куранаха золота и урана в них находилось порядка 40 тыс. т урана.

Наиболее крупные золоторудные месторождения Лебединского рудного поля в основном отработаны, Лебединская ЗИФ закрыта в 1994 году. Из них было получено более 40 т золота. В оставшихся многочисленных жильных телах с бедными рудами находится еще около 60 т золота. На успешно отрабатываемых ОАО «Селигдар» месторождениях Самолазовское и Гарбузовское находится около 15 т золота.

На золотопорфировых месторождениях Рябиновского рудного поля находится порядка 30 т золота.

Кроме этого нами взяты данные по двадцати шести основным золотоносным россыпям ЦАР. Их общая протяженность приблизительно 300 п. км, из них было извлечено около 100 т золота.

С учетом этих данных более общее количество золота, находящегося в переотложенном состоянии в многочисленных россыпях ЦАР, в целом можно оценить порядка 500 т.

Расчет продуктивности 1 пог. км зон Эльконского типа

Зоны	Длина, км	Глубина подсчета, м	Коэфф. пересчета на глуб. 400 м	Запасы		Продуктивность	
				Au, т	U, тыс.т	Au, т/км	U, тыс.т/км
Южная	18,6	1000	0,4	190	260	4,1	5,6
Северная	7,4	800	0,5	30	60	2,0	4,0
Пологая	3,5	400	1	4,3	8	1,2	2,3
Центральная	3,0	200	2	2	3,1	1,3	2,1
Весенняя	2,0	200	2	1,1	1,6	1,1	1,6
Надежда	1,5	250	1,6	1,4	1,5	1,5	1,6
Средняя						1,8	2,8
Принятая для подсчета						1,5	2,0

Оценка рудоносности Центрально-Алданского района

Эльконский рудный узел: примечание: оценка по продуктивности

Объекты подсчета, оценки	Протяженность зон км	Ресурсы	
		Золото, т	Уран, тыс. т
1. 16 зон (22 месторождения), подсчет на глубину разведки	60	320	350
2. 60 относительно слабоизученных зон (на глубину 400 м)	120	560	240
3. Радиометрически прослеженные зоны (на глубину 400 м)	300	450	600
Металлогенический потенциал	480	1330	1190

Куранахский рудный узел:	400	40
Лебединский рудный узел:	115	
Рябиновское рудное поле:	30	
Золотоносные россыпи:	500	
Общая рудоносность:	2375	1230
Мировые запасы:	48000	5000

Кроме золота и урана на крайнем юго-восточном фланге месторождения Дружное зоны Южная и на месторождении Минеевское, являющимся дальнейшим юго-восточным продолжением зоны Южная, подсчитаны запасы молибдена в

количестве 41 тыс. т и 107 тыс. т.

Таким образом, выявлено, что с периодом мезозойской ТМА связано образование в ЦАР крупнейших концентраций урана, золота и молибдена, основные количества которых еще не отработаны. Оцененная общая рудоносность ЦАР и его металлогенический потенциал свидетельствуют о его принадлежности к одному из крупнейших рудных районов мира.

В.Е. Бойцов, Г.Н. Пилипенко, А.В. Жданов

МОДЕЛИ ОБРАЗОВАНИЯ ЗОЛОТЫХ И ЗОЛОТОУРАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЦЕНТРАЛЬНО-АЛДАНСКОГО РУДНОГО РАЙОНА*

Оруденение Центрально-Алданского рудного района пространственно и генетически связано с центром мезозойской тектономагматической активизации Алданского щита. Близповерхностные порфировые субщелочные секущие, пластовые малые интрузии и дайки нескольких фаз внедрения по географическим данным являются производными малоглубинных магматических очагов. С полями развития мезозойских интрузивов, следовательно, и с их малоглубинными магматическими очагами связаны золоторудные месторождения с Лебединским, Самолазовским и Рябиновским типами оруденения.

Оруденение крупнейших золотоурановых (браннеритовых) рудных зон Эльконского типа (Южная и др.) и сопряженных с ними более мелких зон Эльконского горста, удаленных от основных интрузивов и их магматических очагов на большое расстояние, связывать с этими малоглубинными очагами нет основания. Учитывая 20-километровую протяженность оруденения зоны Южной и его выдержанность на глубину более 2 км, источниками рудоносных

* Материалы XXI Международной конференции «Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогении». Москва, МГУ 2010 г.

растворов можно считать мезозойские магматические очаги, находящиеся на больших глубинах. Об этом свидетельствует также отсутствие зонального изменения составов минералов, связанных с эльконитами, и уранового (браннеритового) оруденения, прослеженных по этой протяженной зоне и на глубину.

Уникальное по масштабам золотоурановое оруденение Центрального Алдана могло быть спродуцировано глубокими майтийными магматическими очагами (>30 км). Это подтверждается результатами изотопных анализов углерода и кислорода, выполненных М.И. Кучером, и анализов изотопного состава сульфидной серы. Изучение изотопного состава углерода показало значения $\delta^{13}\text{C}$: из кварц-карбонатного прожилка 7, из карбонатного цемента рудоносных метасоматитов 8,0 и 7,1 ‰, из газово-жидких включений (ГЖВ) в кварце из кварц-карбонатного прожилка 12,5 и 7,6 ‰. Эти значения соответствуют эндогенным образованиям углерода. Изотопный состав кислорода измерялся в углекислоте из ГЖВ (нагрев до 500⁰С) и из дефектов кристаллов (форма CO_2 при нагреве до 900⁰С после выделения CO_2). Кислород из CO_2 имеет более стабильные значения величины $\delta^{18}\text{O}$ для двух проб: 1,7 и 9,2‰ для кварца; 10,3 и 11,8 ‰ для кальцита. Эти данные тоже свидетельствуют о глубинной природе рудоносных растворов. По углеродному изотопному термометру определены температуры гидротермального процесса – 300-450⁰С.

Изотопные характеристики сульфидной серы по $\delta^{34}\text{S}$ из золотоурановых руд (+0,1+12,8)‰ соответствуют эндогенным образованиям. Температурный интервал формирования этих руд 320 – 105⁰С. Данные об особо тяжелом ($\delta^{34}\text{S}$ 18+30‰) «осадочном» составе серы в пиритах реликтовых первичных богатых уран-золотых руд куранахского типа подтверждают заимствование серы рудоносными растворами из терригенных отложений юхтинской свиты юры, на ее контакте с карбонатными породами. О положении магматических очагов в западной части района свидетельствуют и факты выдержанного западного склонения тел с наиболее богатым оруденением – рудных столбов.

*ВОСПОМИНАНИЯ СОРАТНИКОВ И
УЧЕНИКОВ*

ВСПОМИНАЯ ОБ ОТЦЕ

...Лицом к лицу
Лица не увидеть.
Большое видится на расстоянье.
Когда кипит морская гладь,
Корабль в плачевном состоянье.

Земля - корабль!
Но кто-то вдруг
За новой жизнью, новой славой
В прямую гущу бурь и вьюг
Ее направил величаво.

Ну кто ж из нас на палубе большой
Не падал, не блевал и не ругался?
Их мало, с опытной душой,
Кто крепким в качке оставался...



Вот уже почти четыре года, как папа ушел в вечность. В этом году ему исполнилось бы 90 лет... Весть о том, что коллеги и друзья по работе решили в память об отце опубликовать сборник воспоминаний и научных статей, подвигли и меня к эпистолярному жанру. Слова Есенина о том, что большое видится на расстоянии, заставляет нас раз за разом, вспоминать о том, что было связано с этим незаурядным человеком, через призму прошедших лет. Каким он был в семье, среди друзей, на отдыхе, на работе? Постараюсь уйти от восхвалений. Те, кто знали его, уже сделали свои выводы. Просто немного воспоминаний, истории и случаи из жизни. Итак.

Род Бойцовых

В эпиграфе - строки из стихотворения Сергея Есенина «Письмо к женщине», которое поэт в 1924 году посвятил своей жене Зинаиде Райх. В том же году, ранним октябрьским утром в семье врача Емельяна Бойцова и его жены школьной учительницы Серафимы, в

трехэтажном деревянном доме на Красной Пресне по адресу Большой Трехгорный переулок 14, родился первенец, сын Владимир - мой папа. Эта квартира досталась за доблестный труд отцу моей бабушки Ермакову Ивану Поликарповичу от известного фабриканта Прохорова, хозяина Трехгорной мануфактуры, на которой прадед трудился гравером высшей категории. На одной из древних фотографий прадед запечатлен с дипломом Гран-при выставки в Париже.

Если посмотреть на генеалогическое древо, то получится, что Владимир Емельянович представляет третье поколение Бойцовых, Бойцов четвертый это ваш покорный слуга, а пятый – мой сын Бойцов, тоже Владимир, но уже Александрович. Да простят меня не указанные на схеме Бойцовские жены и мужья женщин Бойцовых. Я о них помню и напишу далее.



Мой прадед по дедушкиной линии Василий Федорович именно благодаря своему драчливому и буйному характеру превратился из Никифорова в Бойцова. А было это так. Василий Федорович славился тем, что был зачинщиком и активным участником кулачных боев на Москве реке. Домашним жилось с таким человеком не сладко. И вот, в 1897 году, в дом к Никифоровым пришли люди для проведения первой всеобщей переписи населения Российской империи. Ответ на вопрос анкеты о фамилии был встречен смехом. Никакой ты ни

Никифоров, впредь за свой буйный нрав будешь Бойцовым! Прадед не возражал. Так образовался Бойцов первый. У него было три сына - Бойцовых вторых: Емельян, Матвей и Леонтий. Первый из них – мой дедушка. Был ещё старший брат Василий и сестра Анастасия, но они остались Никифоровыми, а Анастасия в замужестве стала Панкрашиной.

Дед часто и охотно рассказывал окружающим о своей жизни, усаживая слушателя в уютное старинное кресло у себя в кабинете и угощая чаем. Наиболее желанными слушателями оказывались папины гости. Хотя я и был маленьким, но запомнились эпизоды его жизни о том, как служил военным фельдшером в первую мировую войну, в том числе на германском фронте. После войны он работал военным и гражданским врачом. В конце тридцатых годов был направлен с семьей в служебную командировку в Монголию, где возглавил больницу при Советском посольстве и торгпредстве. С этим периодом жизни были связаны яркие воспоминания всех Бойцовых, но о них позже. Вернувшись после войны в Москву дед работал в различных московских клиниках, а после выхода на пенсию активно практиковал на дому. Он гордился званием «Отличник Здравоохранения» и был очень популярным, можно сказать, народным врачом на Пресне, охотно помогал людям, причем денег за это не брал. Но как это часто бывает у врачей, забыл о себе в критический момент. В июне 1972 года он запустил случившийся инфаркт, предпочел пилюльки госпитализации и вскоре скончался.

Моя бабушка, папина мама, Серафима Ивановна Бойцова, была дипломированной школьной учительницей начальных классов и настоящей хозяйкой в семье. Дедушка ее слушался беспрекословно. В доме Бойцовых на Пресне всегда любили застолья. Из раннего детства мне запомнились шумные компании родственников и стол с неизменными бабушкиными пирогами. Особенно тесно дружили и общались с семьей бабушкиного брата Александра Ивановича Ермакова. Он был душой компании, отличался веселым нравом, прекрасно пел, играл на рояле, и папа стремился быть похожим на дядю Шуру. Дядя Шура, в свою очередь, ставил племянника Володю

в пример своему сыну Сергею. На Пасху были обязательно куличи, крашеные яйца и самодельная пасха - сладкая смесь творога, масла, яичных желтков, цукатов и различных пряностей, уложенная в специальную пирамидальную форму с надписями ХВ (Христос Воскрес!). Дочь и сноха (моя мама) в полной мере унаследовали кулинарные способности бабушки. Она была человеком верующим и часто посещала церковь Иоанна Предтечи на Большевицкой улице, ныне Большой Предтеченский переулок. Через нее все мы получили общие представления о христианской вере, она же была инициатором крещения членов семьи.

В семье Емельяна и Серафимы Бойцовых через восемь лет после Владимира появилась младшая дочь Александра, она же Аля, или Алюшка. Впоследствии тетя Аля вышла замуж за своего сокурсника по МАИ Олега Александровича Чертищева и родила сына Андрея. С Чертищевыми мы прожили вместе в одной квартире на Пресне около 15 лет, и нас связывали самые тесные семейные и дружеские отношения. С братом Андреем мы одноклассники, а моя сестра Наташа на год моложе нас. С ними прошло мое детство, мы все учились в одной школе, все закончили геологоразведочный факультет МГРИ, можно сказать, пошли по папиным стопам.

Но вернемся к прародителям Бойцовых. Брат близнец моего дедушки, Матвей, был известным в тридцатые годы военачальником. Упоминание о нем часто встречается в военных летописях. После окончания в 1921 году Академии РККА занимал ряд командных должностей в стрелковых войсках, в 20-х годах был заместителем начальника Академии ВВС имени Жуковского, с 1930 года – директором Московского авиационного института, затем помощник начальника ВВС Ленинградского военного округа. Он лично руководил формированием первой в СССР воздушно-десантной бригады, а в 1935–1938 гг. был начальником авиации пограничных войск, находясь в прямом подчинении у маршала Тухачевского. Как и многие другие крупные военные деятели, в 1937 году Матвей был арестован, объявлен врагом народа, осужден на 20 лет и сослан с женой в Сибирь. Его единственный сын Игорь во время войны был

отправлен на передовую и погиб в начале войны. В 1955 г. Матвея полностью реабилитировали, восстановили в воинском звании полковник, и он с женой вернулся в Москву. Матвей любил нам рассказывать о своей богатой и нелегкой судьбе, особенно про первую мировую войну, о том, как учился с Чапаевым в академии, служил в Красной Армии, но неохотно говорил о периоде репрессий и ссылки. Сталина он называл «усатый».

Я мало помню о младшем брате Леонтии, разве что он был зоологом, доктором биологических наук и жил с женой недалеко от нас в Пресненском переулке. Детей ему Бог не дал, но как зоолог держал дома разных животных, например нутрий.

Совсем немного о пятом поколении Бойцовых, которое представляет мой сын Владимир. В 1986 году Средмаш направил меня в командировку в СГАО «Висмут» на урандобывающее предприятие в г. Ауэ, что на юге ГДР в Рудных Горах. На тот момент у нас с моей женой Стасей уже была двухлетняя дочка Оля, но папа ждал наследника. Советские специалисты Висмута и члены их семей активно участвовали в культурно-спортивной жизни коллектива. Досуг был насыщен репетициями хоровой, драматической, танцевальной групп, два раза в неделю – спортзал, по выходным рыбалка. Регулярно проводились спартакиады и смотры художественной самодеятельности. Нас с женой как относительно молодых определили в танцевальную группу. Один год мы поплясали и поняли, что теряем благодатное время, и в сентябре 1988 года родился продолжатель рода, Владимир Бойцов пятый. От своего деда он унаследовал целеустремленность, а дед гордился успехами внука.

Папину жизнь можно разделить на несколько этапов:

- детство и юношество, включая жизнь в Монголии до призыва в армию,
- служба в армии, участие в войне с Японией,
- учеба в Московском институте цветных металлов и золота имени Калинина,
- работа геологом на урановых рудниках Чехословакии,

- наконец, многолетняя работа в любимом МГРИ, патриотом которого он оставался до конца своих дней.

Постараюсь рассказать о наиболее запомнившихся мне случаях из его жизни, при этом заранее прошу прощения за возможные неточности в хронологии и деталях.

Монголия

Семья Бойцовых перебралась в Монголию, когда папе было 13 лет. Дед был направлен в Улан-Батор для работы главврачом больницы при посольстве и торгпредстве Советского Союза. При его участии в МНР были созданы поликлиника, диспансер, бактериологическая лаборатория, начато строительство курортов на минеральных источниках. Профессиональный педагог Серафима преподавала в начальной школе при советском посольстве, где учились и их дети.

Про учебу в школе папа особо не рассказывал. Остались лишь почетные грамоты и подарочные книги - свидетели его отличной успеваемости. Зато он много вспоминал о том, как приобщился к охоте и рыбалке. После школы, запрыгнув на велосипед и прихватив с собой снасти, он несся на близкие реки Тола и Сельба. Без улова домой редко возвращался, благо рыбы в реке было много, а монголы ее тогда не ловили. Ловил удочкой ленка и хариуса, вилкой – налимов под камнями.

На день совершеннолетия дедушка подарил папе двустволку «тулочку», и к рыбалке прибавилась охота на всякую водоплавающую птицу. Это пристрастие чуть не стоило папе зрения. Патроны в то время крутили вручную сами, заполняя гильзы дробью, пыжами, порохом. Мальчик Вова быстро обучился этому ремеслу и как-то, закончив очередную партию, он решил прижечь небольшую бородавку на пальце. Насыпал на нее горстку пороха, зажег спичку, и искра от спички отскочила напрямик в рядом стоящую банку с порохом. Раздался взрыв, дома выбило стекла, а сам Вова на мгновение потерял сознание, а когда очнулся, его одежда, лицо и волосы горели. Тут же бросился к бочке с водой, сбил огонь, вместе с водой с лица сошла кожа, но главное, открыв глаза понял, что ослеп.

Сразу вспомнились кадры из популярного в то время фильма «Истребители», где главный герой летчик в исполнении Марка Бернеса во время городского праздника спасает мальчика, который запускал ракеты, но в результате теряет зрение. Бог миловал отца и через некоторое время зрение вернулось.



Монголия 1940г. 10 класс



*Монголия. 1942 г.
Служба в армии*

Монголия предопределила выбор будущей профессии папы. Случилось так, что после окончания школы, по рекомендации знакомых из торгпредства, папу приняли коллектором в геологическую партию, проводившую геологоразведочные работы в МНР. Возглавлял эту партию геолог Фёдор Кузьмич Шипулин, впоследствии член-корреспондент АН СССР, известный трудами по петрологии и геохимии магматических процессов и геологии рудных месторождений. Это событие произвело неизгладимое впечатление, юноша загорелся романтикой полевой жизни и решил связать свою жизнь с геологией. Но в планы вмешалась война.

Служба в армии и учеба в институте

После окончания школы папа призван в ряды Красной Армии и принял участие в боевых действиях на Дальнем Востоке и в

Монголии. Служил радистом в артиллерийском полку. За боевые заслуги был награжден медалью «За победу над Японией» и орденом Великой Отечественной войны.

После окончания войны отец поступил на геологоразведочный факультет Московского института цветных металлов и золота имени Калинина и был избран старостой группы. Этот период его жизни мне скорее известен по рассказам о студенческих друзьях, с некоторыми из которых он пронес дружбу через всю жизнь. Наиболее близким его другом был, пожалуй, Юрий Леонидович Орлов, впоследствии крупнейший советский специалист в области минералогии алмаза, директор минералогического музея им. Ферсмана. Забавная история произошла при их знакомстве с другим студентом, Фаустом Портновым. Когда он представился Фаустом, Юра Орлов, удивившись необычному имени, сразу придумал ему не менее редкое отчество - Калистратович. Сложно было представить себе такое немыслимое сочетание, но он угадал. Фауст был действительно Калистратовичем. Портнов стал также известным геологом-уранщиком, занимал пост главного геолога советско-германского АО «Висмут», а затем начальника геологического отдела ВНИИХТ. Тесная дружба связала папу в студенческие годы и с Николаем Алексеевичем Солодовым, ставшим выдающимся знатоком редкометалльных пегматитов, заместителем директора ИМГРЭ.

Чехословакия

После окончания с отличием в 1950 году института папу по распределению вместе с группой других выпускников направили в Чехословакию, где он прошел путь от геолога до начальника геологоразведочной экспедиции. Под его руководством и при непосредственном участии были разведаны крупные урановые месторождения Чехословакии: Задний Ходов, Горный Славков, Дольни Рожинка. В середине 50-х годов в Чехии сформировалась сильная команда советских геологов, которая получила название «Московская Скупина», а по-русски – группа, в короткое время

обеспечившая создание уникальной в Европе сырьевой базы стратегического вида минерального сырья.



Семейное фото Бойцовых, 1950 г. После окончания ЦВЕТМЕТа

Это позволило оперативно построить крупные рудники, которые вместе с рудниками ГДР явились основным поставщиком урана для СССР в течение 40-60-х гг. Папины заслуги были отмечены орденом Знак Почета, правительственными наградами ЧССР. Среди членов московской скупки мне запомнились: А.В.Заварзин, А.Д. Каблуков, И.А.Милованов, Ю.А. Арапов, А.А.Фролов, Ф.К.Портнов, В.С.Егоров, Ф.А.Ананьев, В.С.Катаргин, В.И.Малышев. Дружба со многими из них прошла красной нитью через всю его жизнь. Особенно это относится к Алексею Владимировичу Заварзину, пожалуй, самому близкому папиному другу на протяжении всей жизни.

Молодой геолог Бойцов с удовольствием и усердно работал, благо для этого были созданы все условия. Скоро Володя понял, что друзья это хорошо, а все-таки одному без семьи за границей несладко несмотря на достойную зарплату и устроенный быт в центре Европы.

И вот в один из отпусков в 1954 году в Москве у соседей по пресненской квартире он встретил бывшую студентку

архитектурного института красавицу Генриетту. Они были знакомы и раньше, но новая встреча зажгла взаимную любовь. Этот огонь культивировали их заботливые сестры - Аля и Мила. Например, мама рассказывала о внезапной встрече с папой в театре Вахтангова, когда они как бы случайно оказались в соседних креслах на спектакле «Накануне». На самом деле все устроили заботливые и предприимчивые сестры. Название спектакля оказалось символичным. Вскоре в 1954 году состоялась свадьба, и молодожены уехали жить в Чехословакию. Наиболее дружны в чешский период жизни они были с семьей Анатолия и Клавдии Фроловых, о чем свидетельствуют и многие семейные фотографии. А.А. Фролов стал затем выдающимся специалистом по геологии карбонатитов и месторождений редких металлов.



1956 год. Марианские Лазни, Чехословакия

В августе 1955 года в городе Карловы Вары родился Бойцов четвертый - Александр. Это я. Радостную весть папе сообщил врач роддома: «Поздравляю, у Вас родился сын, Василь Бойц». Почему Василь не знаю (видимо врачу нравилось это русское имя), а вот Бойц оказалась производной от фамилии Бойцова. Дело в том, что в Чехии

все женские фамилии образуются путем добавления окончания «ова» к фамилии мужа, какая бы она не была. Ошибочку исправили, а еще через год в городе Марианские Лазни родилась моя сестра Наташа.

Вскоре семья Бойцовых в полном составе вернулась в Москву, хотя папа продолжал регулярно выезжать в Чехословакию в служебные командировки, пару раз прихватывал с собой и нас, когда мне было 10 и 15 лет. Запомнились небольшие уютные чешские города, где мы жили (Пршибрам, Быстрица над Перштейном, Новое Место на Мораве), запах хлеба с тмином и пряностей в продуктовых магазинах, походы в лес за грибами, купание в небольших озерах и, конечно, добрые люди. Чешские друзья вместе с семьями приезжали и к нам в гости в Москву. Может быть, это ностальгия по детству, но сейчас, сравнивая Чехию с многочисленными странами на разных континентах, где довелось жить и работать, все больше тяготею к исторической родине.

Советский и российский периоды

После Чехословакии папа вернулся в ЦВЕТМЕТ, поступил в аспирантуру к Михайлу Федоровичу Стрелкину – основателю кафедры геохимии, минералогии, геологии руд редких и радиоактивных элементов, одному из основоположников научной школы геологии и минералогии урановых месторождений. Он рассказывал про летние экспедиции в Среднюю Азию, Горную Шорию. В одной из таких экспедиций завязалась крепкая дружба с главным геологом Березовской экспедиции Гаврилой Максимовичем Комарницким. В нашем доме он был можно сказать, своим, и мы испытывали очень теплые чувства к этому доброму и открытому сибиряку.

В 1963 году в составе большого коллектива Московского института цветных металлов и золота, папа влился в МГРИ, где и работал до скончания своих дней.



1960 год. На полевых работах. Горная Шория

Сначала он трудился на кафедре методики поисков и разведки под руководством А.Б.Каждана, а после ухода В.Н.Котляра в 1976 году возглавил кафедру геологии, минералогии и геохимии месторождений редких и радиоактивных элементов, впоследствии объединенную с кафедрой месторождений полезных ископаемых. С 1970 по 1985 год отец работал проректором по научной работе института, длительное время был председателем ученого совета. В 1974 году защитил докторскую диссертацию. Ему были присвоены звания «Почетный разведчик недр», «Засуженный геолог России». Главным же званием, которое ему неофициально присвоили коллеги и студенты за его жизнелюбие, любовь и доброту, было «Народный профессор».

Про папину работу во МГРИ многие его друзья наверняка знают лучше и больше меня, поэтому я напишу о том, каким он был в семье.

Дома и на отдыхе

Детские увлечения и природная любовь к активному отдыху получили свое развитие и во взрослом возрасте. Папа регулярно выезжал на утиную, вальдшнепиную, тетеревиную, лосиную и кабанью охоту. Ехали, как правило, большой веселой компанией, брали и тех, кто не собирался охотиться, а хотел просто расслабиться.

Вот такой случай любил рассказывать бывший заместитель начальника геологического отдела ВНИИХТ Валентин Иванович Малышев. В конце апреля команда охотников – Бойцов, Заварзин, Малышев и Моторин – отправилась за вальдшнепом. Прибыли на место. Выпили водки, запили березовым соком, разбили лагерь. Заварзин и Моторин занялись приготовлением ужина, а Бойцов и Малышев тем временем решили быстро сбегать на разведку на вечернюю зорьку. В это время года у вальдшнепов брачный период, и обычно прячущиеся в чаще самцы в поисках любви, шумно фыркают, пролетают по опушкам леса. Там их и должны были встретить наши охотники. Но на пути к лесу неожиданно возникла небольшая водная преграда, под ногами захлюпала вода. Обувь Малышева оказалась для этого непригодной, и он взгромоздился всадником на спину «коня-тяжеловоза» Бойцова. Начав движение, Володя понял, что его постепенно засасывает коварная жижа. Когда ноги увязли почти по колено, и продвигаться стало невозможно, поступила команда всаднику: «Валентин, слезай!». Валентину такая идея явно не понравилась, и он еще крепче вцепился. Но вода быстро достигла ватерлинии сапог, «конь» Бойцов резко наклонился вперед и скинул всадника через голову в болото. В то время двое в лагере уже накрыли поляну и ждали охотников. Сначала они издали услышали громкую ненормативную лексику, а затем появился бегущий голый Малышев с криками: «Какой на хрен вальдшнеп!» с соответствующими эпитетами в адрес Бойцова.

Папа также регулярно выезжал охотиться на лося и кабана. Домой возвращался обычно поздно вечером, когда все уже спали. Однажды, вернувшись с добычей усталый и голодный, попросил маму тут же приготовить дичь. Аромат лосиных котлет быстро распространился, и на него начали выползать сонные обитатели большой пресненской квартиры: семья Чертищевых, бабушка с дедушкой, я с Наташей.

Свойственная геологам и полученная папой лично в детстве романтика путешествий прививалась им и дома. Это проявлялось в организации летних семейных выездов в различные уголки нашей

страны со всеми элементами полевой жизни: проживание в палатках, приготовление пищи на костре, опять же грибы, рыбалка, охота и прочие атрибуты. Особенно увлекались мы таким отдыхом в конце 60-х – начале 70-х годов. Каждое лето сулило свой маршрут.

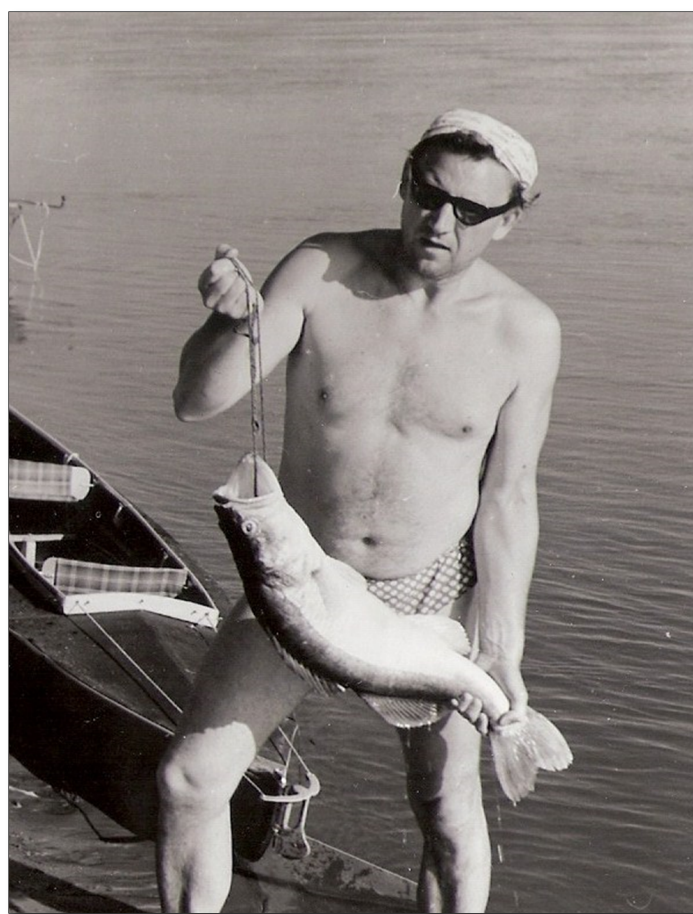
Одним из первых таких путешествий был выезд вместе с семьей Шумилиных на острова Иваньковского водохранилища, расположенные вблизи города Конаково Тверской области. До островов нас доставил на моторке живший в Конаково папин приятель по охоте Алексей Барулин. Лето в тот год было дождливым, но зато были грибы и утиная охота. Тогда же, в 12 лет, я получил уроки охоты от папы.

Другим летом выезжали с семьей Н.Н. Железняка на верхневолжские озера. Останавливались в живописном сосновом бору на берегу озера Волго. Здесь папа привил нам с Наташей навыки спиннинговой рыбалки. Не скажу, что рыбы было очень много, но на уху всегда хватало. Специально для этой поездки мы приобрели раскладную немецкую байдарку, которая верой и правдой служила нам много лет. Позже родители даже практиковали туристские маршруты на байдарке по подмосковным рекам.

Пожалуй, самой запоминающимся и любимым местом активного отдыха, была Нижняя Волга. Машины у нас тогда не было, поэтому основной груз (палатки, спальники, байдарка и пр.) мы заранее отправляли водным транспортом, а сами ехали на поезде до Волгограда, а потом пароходом вниз по Волге до села Никольское. Оттуда местные знакомые отвозили нас на моторках на острова. Мы отдыхали там дважды всей семьей в июле-августе, кроме того, родители несколько раз выезжали без детей на майские праздники. Рыбу ловили всякую и разными способами, причем каждый период года был знаменит по-своему. Если в мае шла вобла, чехонь, лещ и другая белая рыба, то в июле и августе ловили судака, щуку, сома, в сентябре наслаждались активной спиннинговой охотой на жереха.

Ловля осетра – отдельная история, которая чуть не стоила папе жизни. Знакомые местные рыбаки любили навещать нас. Они привозили пойманных в сети дефицитных для нас осетров, у а нас

были запасы дефицитного для них спирта. В результате все были довольны. Несколько раз за сезон попадались осетры и нам. Ловили мы их на мощные перемёты с живцом, которые вечером завозили с противоположного от лагеря берега поперек реки на байдарке. И название у этой снасти было подходящее - завазуха. Тяжелый груз привязывали более тонкой леской. Когда крупная рыба (осетр, сом, судак) попадалась на крючок, она обычно обрывала груз и сплавлялась вниз по течению. Поэтому верным признаком наличия улова была ориентированная вдоль берега леска.



1971 год. Нижняя Волга.

И вот, на День Рыбака к нам приехала отдыхать команда аборигенов. Все прошло по традиционному сценарию: с осетриной, возлияниями, песнями. Когда гости разъехались, папа вспомнил, что неплохо бы и нам проверить свои завазухи. Сели в байдарки и поплыли на другой берег. При вытягивании перемета обнаружили

зацеп и решили проверить, в чем дело. Я сидел впереди на веслах, а папа сзади постепенно вытаскивал снасть и складывал в лодку. Она оказалась перепутана с другим переметом, попадалась и некрупная рыба. Скоро отцу стало сложно разбираться в этих сплетениях и он попросил помочь ему. Как только я перестал грести и повернулся, лодку моментально стало сносить сильным течением, огромный крючок вонзился папе в ладонь, леска натянулась и байдарка перевернулась. Папа оказался на крючке, а мощное течение прижимало его ко дну. Он успел крикнуть «Тонем!» и погрузился под воду. Все произошло молниеносно. С третьего раза, рванув из последних сил леску, ему удалось освободиться от пут и доплыть до берега, таща ладонью за собой все снасти. До берега было метров пятьдесят, и в случае повторного зацепа опасность утонуть возрастала. Но, слава Богу, через несколько минут мы обнимались на берегу. Уплывшую байдарку помогли выловить друзья. Крик «Тонем!» слышали мама и Наташа на противоположном берегу. Могу себе представить, что они пережили за эти минуты.

Со временем летние семейные палаточные выезды сменились оседлой жизнью в легендарном Колягине. Для тех, кто не знает, это деревня на берегу Нерли на стыке Ивановской, Владимирской и Ярославской областей, в 250 км от Москвы. Случилось так, что в середине 70-х годов папа на двоих с сослуживцем по МГРИ Олегом Ивановичем Гуськовым купил там дом. Недвижимостью в этом месте обзавелись также А.В.Заварзин, Л.П.Кащеев, М.В. Шумилин. Посредником и вдохновителем этих акций выступил другой сослуживец по кафедре методики разведки – Владимир Викентьев. Таким образом, образовалось некоторое подобие летних экспедиций, только встречались друзья-коллеги уже не в полевых геологических партиях, а в деревне.

Колягино славилось красивейшей нетронутой среднерусской природой, а главное – грибами. О колягинских грибах складывались легенды. Все грибные места в округе папа знал, как свои пять пальцев: где в березовой роще и на опушке леса растут белые, ельнички с груздями и рыжиками, полянки с маслятами и лисичками,

перелески с подосиновиками и подберезовиками, весенние склоны со сморчками. Свой опыт он охотно передавал нам. Причем делал это в виде игры, как бы неожиданно выводя нас на грибные места. Каждому такому лесу было присвоено свое имя: Детский, Домашний, Аэродром, Солнечный, Дашин, Наташина кишка. Сезон на сезон не приходился, но обычно грибов было много. Их сушили, варили, мариновали, солили, жарили. Для сушки грибов мы даже специально построили небольшой дом с настоящей русской печью.



1999 г. Колягино



2000 г. Колягино. День Победы.



2005 г. Колягино. С детьми и внуками

Деревенская жизнь не ограничивалась грибами. Родители неожиданно для себя проявили фермерские способности, выращивая на приусадебном участке всевозможные овощи, фрукты, ягоды. Логика была простая: если земля есть, то она должна давать плоды. Трудились на огородах много и азартно, а осенью, как говорил папа, имели экологически чистый продукт.

Первоначально в деревне Колягино кипела колхозная жизнь: была молочная ферма, большое стадо коров, выращивали злаковые, кормовые культуры. Но, как и по всей стране, в 90-х годах все начало чахнуть, а люди стали продавать дома и уезжать на заработки в города. На зиму деревня практически вымирала. По мере того, как вырастали наши дети, все реже и реже стали посещать имение и мы. Папа же всегда оставался фанатом Колягина. В последние годы жизни он несмотря на проблемы со здоровьем всем сердцем стремился туда. С палочкой обходил в лесу знакомые места, продолжал активно общаться с друзьями, которых всегда было много. Одни уходили в мир иной, другие приходили им на смену. В последние годы особо теплые отношения нас связывали с семьей полковника авиации в отставке Евгения Андреевича Любушкина, нашего соседа в деревне.

Эпилог

Физические силы постепенно оставляли папу, но пока ноги передвигались, он в любую погоду ходил на работу в любимый МГРИ. Работа была для него всем. Он беспредельно любил институт, сослуживцев, особенно студентов, может быть даже иногда в ущерб семье. МГРИ отвечал ему взаимностью, и эта взаимная любовь давала папе новые силы. Последний год своей жизни отец был прикован к кровати, что не мешало находиться в курсе институтских событий и давать ценные указания по телефону. Родная кафедра месторождений полезных ископаемых его не забывала. Особая благодарность за заботу и участие его преемнику и любимому ученику А.А.Верчебе, любимому и последнему аспиранту А.Жданову, коллеге и другу Г.Н. Пилипенко. Когда они обсуждали по телефону институтские дела, папа преображался из больного человека в рассудительного начальника.



2006 г. Родители в Колягино



2004 г. Папе 80 лет. В кругу семьи

Помню, на вопрос доктора в больнице о том, что его беспокоит, папа ответил - ноги, на работу ходить не могу, хотя к этому времени уже начали отказывать многие жизненно важные органы. Он до конца своих дней сохранил здравый разум и отличную память.

Например, мог наизусть декламировать «Руслана и Людмилу», «Конька Горбунка».

Благодарность самой высокой степени заслуживает безмерно любящий папу человек – его жена Геня. Вместе они прожили 57 лет. Ее любовь проявлялась в беззаветной преданности. Мама принимала папу таким, каким он был, стойко переносила его куражистый и упрямый характер. Двери их дома в Большом Трехгорном переулке, а затем на Ленинском проспекте, были всегда открыты для многочисленных папиных друзей, а гостеприимная и заботливая хозяйка радушно встречала гостей, невзирая на время суток и их состояние.

Но всему приходит конец. Двадцать четвертого февраля 2011 года не стало папы, но он жив в своих трудах и учебниках, по которым учатся студенты, он жив в посаженных им деревьях и построенных домах, в воспоминаниях родных и близких, он жив в детях и внуках, он жив в Вечности! Спасибо тебе, отец, за всё!

А.В. Бойцов

ПРОФЕССОР В.Е. БОЙЦОВ – МОЙ УЧИТЕЛЬ И ТОВАРИЩ

«Я люблю тебя, жизнь...»

Владимир Емельянович полностью соответствовал по характеру своей фамилии. Впервые я услышал о нем, будучи студентом 3 курса МГРИ от моего отца, Александра Осиевича, который в это время был профессором кафедры горного дела. Он говорил, что новым проректором по научной работе стал В.Е. Бойцов, которого он помнил по работе на урановых предприятиях в Чехословакии, когда отец был главным инженером, а В.Е. Бойцов в составе коллектива молодых специалистов был распределен на работу на Чешско-Советское урановое предприятие (ЧСУП). Отец характеризовал Владимира Емельяновича как принципиального, жесткого в работе и требовательного к коллегам человека. Действительно, бравшись за решение сложных проблем, Владимир Емельянович проявлял

бойцовский характер, преодолевая трудности, препятствия, барьеры, был всегда, как говорится, нацелен на результат. В 1974 году Владимир Емельянович Бойцов защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук и, когда я в 1976 году заканчивал институт, он, получив ученое звание профессора, сменил на посту заведующего кафедрой геологии месторождений руд редких и радиоактивных металлов известного учёного В.Н. Котляра, лауреата Ленинской премии.

С приходом Владимира Емельяновича Бойцова на кафедру состав её омолодился, на кафедре закрепились молодежь, в том числе и я. Все молодые специалисты работали в научно-исследовательском секторе при кафедре, имели возможность слушать лекции наших старших коллег, проводили многомесячные экспедиционные исследования, защищали отчеты по науке на заседаниях кафедры, которые регулярно проводил профессор В.Е. Бойцов. Ему удалось создать крепкий коллектив специалистов, изучающих большую группу связанных между собой месторождений стратегических видов сырья – урана, золота и др. Совместное изучение этих месторождений под руководством Владимира Емельяновича внесло существенный вклад в совершенствование общей теории рудообразования и металлогении.

У Владимира Емельяновича него был необыкновенный дар видеть суть проблемы и давать жесткие оценки, если где-то не доработали, не сообразили, не разобрались в фактическом материале. Профессор В.Е. Бойцов считал, что все молодые преподаватели должны получить опыт производственной работы, в том числе на ведущих предприятиях Министерства среднего машиностроения, занимающегося атомной проблематикой. Он лично хорошо знал руководителей Первого главка Минсредмаша, Н.Б. Карпова, Г.А. Кремчукова, Ю.А. Арапова, Р.Я. Борисова и др., пользовался у них уважением и авторитетом, являлся консультантам по разведке урановых месторождений и, доверяя молодым, рекомендовал нас, молодых специалистов, для работы на действующих урановых предприятиях Германии, Чехословакии и Болгарии. По рекомендации

В.Е. Бойцова в 1980 году я был направлен в Болгарию и был командирован на геологоразведочное предприятие в состав которого входил и урановый рудник «Смоляновцы», где при участии Минсредмаша СССР проводилась разведка флангов и опытная эксплуатация месторождения. Здесь мне пригодился опыт по исследованию и разведке урановых месторождений Сибири, которые проводились под руководством доцента кафедры Н.Н. Железняка. В нашей научной группе все сотрудники успешно защитили кандидатские диссертации (А.С. Левин, С.И. Одеров, М.А. Терентьев), а П.А. Игнатов, ныне академик РАН, профессор кафедры геологии месторождений полезных ископаемых имени профессора В.Е.Бойцова, – докторскую диссертацию.

Оказалось, что болгарские геологи, с которыми мне довелось работать, хорошо знали Владимира Емельяновича, многие заканчивали его кафедру, слушали его лекции, защищали дипломные проекты под его руководством. В 1980 году в Москве состоялась XXVII сессия Международного геологического конгресса. Огромное участие в его организации и проведении принимал профессор В.Е. Бойцов, который возглавлял работу одной из секций. Мы с болгарскими коллегами внимательно следили за работой конгресса, особый интерес у нас вызвала классификация месторождений урана на геотектонической основе, которую впервые представил Владимир Емельянович Бойцов на этом Международном геологическом конгрессе. Эта классификация и в наше время весьма актуальна, имеет эвристическое значение для геологической науки, позволяя прогнозировать урановые месторождения в сложных геотектонических обстановках.

Научные достижения Владимира Емельяновича, как оказалось, благоприятно отразились на моей производственной деятельности, меня рассматривали как ученика такого выдающегося геолога-уранщика, корифея урановой геологии, прислушивались к моему мнению, доверяли проводить разноплановые геологоразведочные работы, составлять проекты, участвовать в подсчете запасов, составлять отчеты предприятия, проводить экспертизу проектов и

заданий геологоразведочных предприятий уранового холдинга «Редкие металлы».

Заполнился рабочий визит Владимира Емельяновича в Болгарию. На рудник, где я работал, он в составе высокой комиссии Минсредмаша приехал неожиданно для нас. Сразу с колёс мы направились на шахту. Шахта была уникальной в Европе, наклонный ствол шахты имел в длину более 2 км и сечение около 60 м², туда для транспортировки руды могли заезжать большегрузные самосвалы. По штрекам мы прошли более 2 км до рудных забоев, Владимир Емельянович уверенно поднимался по восстающим на высоту 20-25 метров, документировал рудные скопления. Он помог нам разобраться с проявлением окolorудной гематитизации песчаников, что позволило в дальнейшем правильно задавать расщепки для вскрытия рудных тел, сократило затраты и время на проведение дорогих горных работ при эксплуатационной разведке. На болгарских коллег он произвел огромное впечатление, радушный, знающий, простой в общении человек получил у них почетное звание «Народный профессор», которым он гордился и всегда с теплотой вспоминал своих новых болгарских друзей. Они платили ему той же монетой, даже спустя много лет, уже в Москве, он получал ежегодно ко дню рождения посылки из Болгарии с подарками, иногда даже весьма дорогими. Если подарок приходил от женщины, мы на кафедре собирали консилиум, как это преподать тактично его супруге – Генриетте Борисовне. Некоторые подарки не попадали в семью, Владимир Емельянович с радостью и радушием делился ими со своими друзьями и коллегами прямо на кафедре. Такие моменты запомнились гораздо больше, чем традиционные для того времени Дни Болгаро-Советской дружбы.

Завершив командировку, я естественно вернулся в МГРИ, зашёл в кабинет к проректору В.Е. Бойцову узнать, как жить дальше. Он, моему, даже обрадовался моему возвращению, сказал, как интересно устроен мир: пятьдесят лет назад его принимал на работу и давал добрые напутствия мой отец, а сейчас он принимает меня на работу. Пожелав мне удачи, Владимир Емельянович сказал, что дает мне два

года на написание диссертации и согласился быть моим научным руководителем. С авторефератом диссертации я долго мучился, Владимир Емельянович беспощадно критиковал каждый из 12 вариантов автореферата, и когда от отчаяния я принес ему первый или второй вариант, он прочитав его внимательно, сказал: «Вот, можешь ведь сделать, когда захочешь». На Юбилее у Петра Алексеевича Игнатова, где собралась вся кафедра, живые классики урановой геологии, Владимир Емельянович неожиданно решил направить меня на работу в деканат на должность заместителя декана геологоразведочного факультета. Я, проработав всего два месяца на кафедре, естественно отказался, но Владимир Емельянович был, как всегда, категоричен: «Не боги горшки обжигают, иди и работу работай». Владимир Емельянович имел привычку приходить на работу рано, у него всегда находилось время, чтобы обсудить со мной проблемы факультета и кафедры его оптимизм и мудрость очень помогала всем без исключения. Его кабинет никогда не пустовал, студенты, аспиранты, директора институтов и руководители экспедиций, иностранные коллеги часами проводили с радушным хозяином многие часы в беседах, воспоминаниях о «золотом веке геологии», строили планы на будущее.

Девиз Владимира Емельяновича, наверно, был «Я люблю тебя жизнь!» и это жизнелюбие, мягкий юмор, огромная эрудиция и не только в вопросах геологии дарили всем радость человеческого общения с ним. Особенно это проявлялось в его отношении к студентам. Они его любили, уважали, понимали, на лекции все ходили с удовольствием, и, даже не опаздывали. Он умел найти добрые слова для каждого, даже для «профессионального» студента-бездельника, вселяя в него уверенность, что из него может выйти толк. С многими выпускниками, в том числе из зарубежных стран, он поддерживал дружеские отношения. Казалось, что весь мир знает Владимира Емельяновича, а он знает всех. Особенно тёплые отношения сложились с представителями сибирской школы геологов, некоторые из них защитили докторские диссертации на совете, председателем которого был Владимир Емельянович. Так, В.Ю.

Фридовский - сейчас заместитель министра и образования Республики Саха-Якутия, а В.М. Никитин – директор института и академик Республики Саха-Якутия. Мы часто бывали в гостях дома у Владимира Емельяновича и ощущали его отцовское к нам отношения, заботу его супруги, Генриетты Борисовны, которая славилась удивительным мастерством печь пирожки для желанных гостей. Чисто русское хлебосольство всегда было замечательной чертой семьи Бойцовых.

Владимир Емельянович часто говорил, что на свете есть две благородные профессии – врачи и учителя. Он сам был сыном врача, понимал, что это благородная профессия, и сам честно и с гордостью выполнял своё призвание – преподавателя. Любовь к профессии он привил всем нам, и даже в сложное время развала геологической отрасли, низких зарплат, никто не ушёл с кафедры. Это считалось бы предательством.

О работоспособности Владимира Емельяновича ходили легенды, он всей душой отдавался любимому делу, успевал заниматься наукой, организовывать научные работы, читать лекции, писать статьи и учебники, работать в Экспертном совете ВАК, Российском фонде фундаментальных исследований, возглавлять совет ветеранов ВОВ и делать многое другое для геологии. К сожалению, много из того, что происходило с геологией, с системой подготовки геологов-уранщиков, падение престижа профессии подкосило могучее здоровье Владимира Емельяновича. Он стойко переносил болезнь, регулярно нам звонил, интересовался жизнью кафедры, давал мудрые советы, рвался на работу. Без любимой работы, без радости общения со студентами и коллегами он жить не мог....

А.А. Верчеба

*Доктор геолого-минералогических наук,
профессор, директор Института
минеральных ресурсов МГРИ-РГГРУ*

ПОВЕСТЬ О НАСТОЯЩЕМ ЧЕЛОВЕКЕ

Владимир Емельянович Бойцов многих любил, друзей у него было немерено, и все отвечали ему взаимностью.

Когда он приезжал в наш институт (ВНИИХТ), то обходил почти все комнаты и все ему были рады. Кончалось это обязательным застольем в кабинете начальника геологического отдела. Все эти начальники были его ближайшими друзьями: Ю.А. Арапов, Ф.К. Портнов, И.А. Милованов, Г.И. Полуаршинов, А.Л. Никольский. Это помогало ему устраивать на работу в престижный в то время институт выпускников МГРИ, в том числе и своего сына Сашу, который проработал у нас много лет и успешно защитил кандидатскую диссертацию. Наши деловые поездки в МГРИ тоже никогда не проходили мимо Владимира Емельяновича, и всегда заканчивались праздником.

Широчайший круг друзей Владимира Емельяновича охватывал буквально все поколения. Он очень уважал ветеранов и каждому старался помочь; многие его однокашники с ним во главе постоянно встречались до глубокой старости. Вокруг него группировалось и более молодое поколение, в том числе и совсем молодые студенты. Его отношения с ними были теплыми и дружественными, даже равноправными. Поэтому в его славный юбилей, до которого он не дожил всего три года, вспоминают В.Е.Бойцова сотрудники ВНИИХТа разных поколений: ближайший друг молодости, да и всей жизни, Алексей Владимирович Заварзин, товарищ по научной работе и различным совместным развлечениям Алексей Владимирович Тарханов, и воспитанница Катя Солнцева.

ВСЮ ЖИЗНЬ ВМЕСТЕ

После окончания техникума я в 1946 году поступил в Московский институт цветных металлов и золота им. М.И. Калинина, где познакомился с Володей Бойцовым, который начал учебу в этом институте в 1945 году после демобилизации.

Послевоенная студенческая жизнь была очень трудной. Перебивались с кваса на воду, но могли и «загудеть». Нас спасала геологическая практика: с самых первых курсов мы занимали рабочие места и неплохо зарабатывали. В 1948 году я вместе с Бойцовым проходил производственную практику под руководством М.Ф. Стрелкина в Кармазарском районе (Таджикистан).

М.Ф. Стрелкин был выдающимся минералогом и довольно трудным человеком. От него мы получили много того, что пригодилось и в науке, и в жизни.

Все научные работы в Кармазаре проводила Среднеазиатская экспедиция ИГЕМ АН СССР, в которой работал М.Ф. Стрелкин и многие наши студенты и выпускники. С ними завязалась дружба на всю жизнь.

В.Е. Бойцов был настоящим вожаком: на работе, учебе и отдыхе. Прирожденный командир. В МИЦМИЗе он руководил штабом народной дружины. Задание мы получали в милиции от самого начальника. Выходит к нам Володя и говорит: «Сегодня у нас особое задание – мы должны дежурить в общежитии текстильной фабрики и бороться с половым развратом своими средствами...».

После окончания института многие выпускники были направлены на работу в страны народной демократии. Мы с Володей, который окончил институт с красным дипломом, попали в Чехословакию, где счастливо проработали непрерывно пять лет, а потом приезжали в командировки многие-многие годы. Советские специалисты быстро освоились с новой работой и страной. В основном это были выпускники МИЦМИЗа и МГРИ. Все имели за плечами хорошую геологическую школу и горели энтузиазмом. Бойцов начал работу участковым геологом на руднике «Славков», а вскоре возглавил геологоразведочную партию, работающую в Марианских Лазнях. Они разведывали месторождение Задний Ходов.

Я дослужился до главного геолога Центрального Пршибрама. Мы не только хорошо работали, но и весело жили. Дружили с местными геологами и первоотдельскими дамами...

В 1957 году мы поступили в аспирантуру МИЦМИЗа к профессору М.Ф. Стрелкину. Он нас «учил и мучил» - крутой был мужик. К окончанию аспирантуры МИЦМИЗ перевели в г. Красноярск (1959г.), поэтому В.Е. Бойцов перешел вместе с М.Ф. Стрелкиным во МГРИ, где и проработал до конца жизни в качестве профессора, заведующего кафедрой и проректора по научной работе. Я поступил на работу во ВНИИХТ. Работая в разных учреждениях, мы почти не расставались, так как занимались одним делом – изучением урановых месторождений. Мы встречались в Чехословакии, Германии и на месторождениях Казахстана.

В Чехословакии поисками и разработкой урановых месторождений занималось СП «Яхимовы доли». В начале 60-х годов советско-чешская комиссия приняла решение о составлении прогнозных карт на территории Чешского массива. Научным руководителем стал профессор Ю.А. Арапов. Это был типичный ленинградский интеллигент, оригинальный и мудрый человек. На картирование он пригласил бывших «чехов» и в том числе нас с Бойцовым. С нами работали сотрудники ВНИИХТа, МГРИ, ИГЕМ АН, ВИРГА и ряда других организаций со всей страны. Так возник коллектив, названный Московской скупой (MS) и проработавший в Чехословакии с 1962 по 1973 год. Главное достижение MS – выявление новой урановой провинции в Чешской меловой плите – «Стражский блок», в пределах которого был открыт ряд крупных и средних месторождений с запасами около 100 тыс. т урана.

Владимир Емельянович стал душой Моковской скупой. Ему и В.Н. Малышеву присвоили кличку «Суперволки». Я дослужился до «обер-волка». На снимке почти вся MS собралась около гостиницы в Пршибраме, Бойцов, конечно, в самом центре. На другом снимке, на балконе гостиницы собралось ядро Московской скупой, а на третьем – главные юмористы MS.

Особенно пышным цветом расцвела наша дружба в 1977 г., когда

поселились в деревне Калягино Ивановской области, где проводили свои летние отпуска. Там обосновалась целая колония преподавателей МГРИ.

На родине Володи Викентьева в Калягине я купил дом вместе с Лёней Кашеевым. Напротив, через дорогу поселились Бойцов и Гуськов, а через несколько домов от меня – Миша Шумилин. Представляете, какие компании у нас собирались вечером на шашлыки! Часто в Калягино приезжали наши общие друзья из Москвы и все, кто мог до утра сохранить память, вспоминают об этом с радостью.



Московская скупина. Пришибрам, 1966 г.



Юмористы Московской скупины – Б.А. Миронов, А.В. Заварзин, В.Е. Бойцов, Л. Кашеев.



Ядро Московской скупки: Ю.А. Арапов, В.Е. Бойцов, И.А. Милованов, Ф.М. Ананьев, Е.В. Тимофеев, 1966 г.

Владимир Емельянович был большим любителем «тихой охоты». Прекрасно знал грибы и грибные места. Сушил, солил и жарил. Обеспечивал свою семью на всю зиму.

Был он страстным смелым охотником. В Подмосковье и в ЧССР успешно охотился на лосей, кабанов, маралов. Однажды на Горном Алтае, возвращаясь с маршрута, встретились с медведем. Ветер дул с его стороны, он нас не видел и не чуял и вдруг неожиданно появился в 25 метрах от нас. У меня был 5-ти зарядный автомат, но он не выстрелил, так как разбухшая картонная гильза помешала закрыть затвор. У нашего рабочего-алтайца также что-то случилось с ружьем. Только Бойцов выстрелил дуплетом из своей двустволки. Слава Богу, медведь тоже испугался и мгновенно исчез в кустах, а Володя обозвал нас трусами и позже попрекал меня, что я, мол, «обкакался». Но слово было, конечно, покруче!



*Будущие профессоры. Т.М. Кайкова, Н.И. Егоров, В.Е. Бойцов.
Горный Алтай, 1957 г.*



*Осмотр уранового рудоуправления в Гиссарском хребте. А.А.Дерягин,
В.Е.Бойцов, Саша Гнедой, Леня Линцер, А.В.Заварзин, 1984 г.*

В.Е. Бойцов прожил достойную жизнь успешного производственника и ученого, преподавателя, выпустившего сотни студентов, десятки аспирантов. Его деятельность отмечена многими государственными и ведомственными наградами. Он обладал и чисто

человеческими достоинствами. Его всегда отличало высокая коммуникабельность, позволяющая правильно ориентироваться в жизненных ситуациях. Даже в страшное время 90-х годов он сумел выжить, спасти свою кафедру и избежать от многих искушений.

А.В. Заварзин



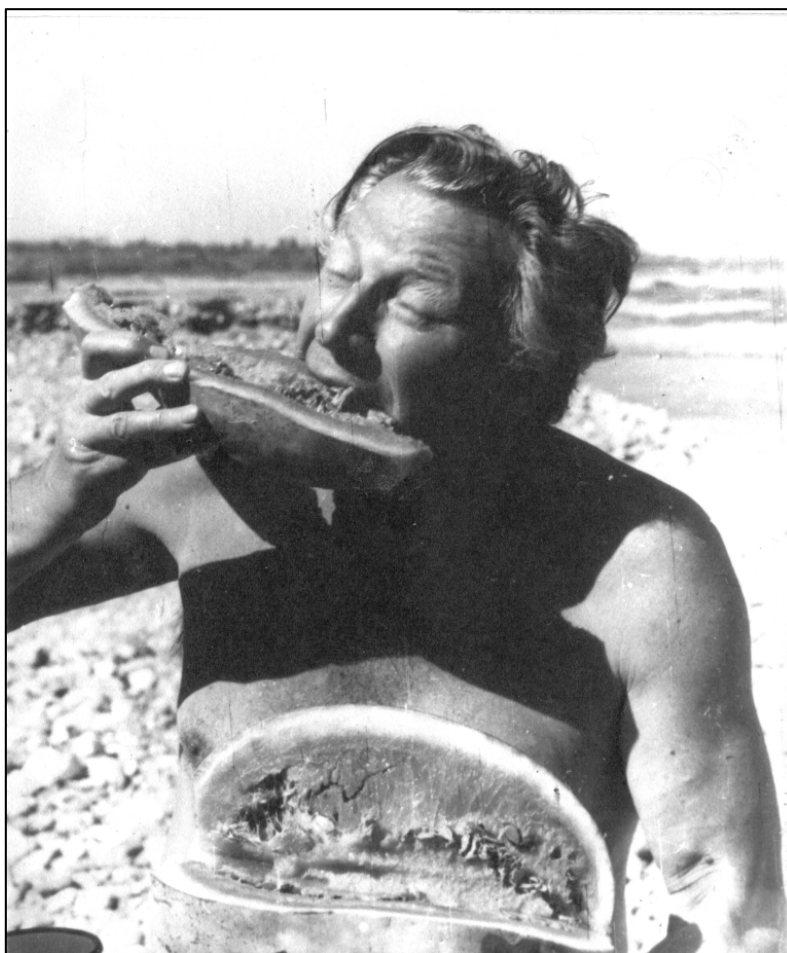
Сторожилы Калягино. А.В.Заварзин, В.Е.Бойцов, О.Н.Гуськов, 1977 г.



*Три богатыря. В.Е.Бойцов, А.В.Заварзин, А.Д.Каблуков,
Калягино, 2003 г.*

НАШ СОВЕТСКИЙ ЭПИКУРЕЕЦ

Я не знаю человека ни в жизни, ни в литературе, который так бы соответствовал этому типу людей. Владимир Емельянович жил радостно и с удовольствием. А чтобы так жить трудился в поте лица, обеспечивая себя и своих близких. Старался не причинять никому зла, так как нельзя радостно жить среди обиженных и страдающих людей. Никогда никому не жаловался на жизнь, все делал легко и радостно, от души, а не ради какой-то идеи. И, конечно же, он был типичным советским партийным человеком. Соблюдал все правила и установки партии, но делал это без фанатизма и догмы, с легкой иронией. Без этого в то время было нельзя нормально работать и достигать профессиональных вершин. Разносторонности интересов В.Е. Бойцова нельзя не позавидовать. Он увлекался всем, чем может увлекаться настоящий мужик: спортом (волейбол, городки, плавание, лыжи), охотой, рыбалкой, автомобилизмом, сбором грибов, путешествиями.



В.Е. Бойцов все делает с радостью

Я учился в Цветмете (1954-1959 гг.), когда Бойцов и Заварзин были аспирантами на спецотделении. По-настоящему же познакомился с ними уже во ВНИИХТе, где я работаю с 1960 года. С В.Е. Бойцовым встречались часто во ВНИИХТе, МГРИ, а позже – в д. Калягино, куда я ездил со своим лучшим другом А.В. Заварзиным. Бывал я вместе с ним и в ГДР. Одно из наших общих увлечений – рыбалка. Мы с ним многие годы ездили на Волгу, но в разные места, и потом обменивались впечатлениями. Однажды В.Е.Бойцов рассказал мне страшную историю, как он охотился за осетром на резиновой лодке. Зацепил тройником со спиннинга огромного осетра, точно более 20 кг. Медленно подвел к лодке и только хотел подвести под него садок, как вдруг рыба сделала резкий рывок в сторону и мгновенно перевернула лодку. Бойцов оказался в воде, а другой тройник с поводком вонзился ему в ногу выше колена. Осетр тянет на глубину, а тройник все глубже впивается в ногу. Владимир Емельянович начал задыхаться, и спасло его только то, что он вырвал с мясом тройник и отпустил осетра. Потом с трудом перевернул лодку и влез в нее чуть живой и весь в крови. Но это не отпугнуло его от рыбалки.

Другое уже мое воспоминание о рыбалке вместе с Владимиром Емельяновичем более приятное. Это уже было в ГДР, на базе отдыха недалеко от г. Гера. Бойцов был глубоко практичным человеком, он не просто ловил рыбу, но и прекрасно готовил. На донке со спиннингом (насадка – консервированная кукуруза) мы довольно быстро вытащили несколько карпов весом 1-1,5 кг, и он принялся за дело. Почистили мы их вместе, и он из голов и хвостов сварил уху, а карпов после мариновки со специями в какой-то подливке запек на костре. Назвал он это вкуснейшее блюдо «камп по-шебонски». В общем, накормил и напоил всю большую компанию. И так везде, на охоте или рыбалке он всегда готовил что-то вкусное, угощал всю компанию и произносил замечательные остроумные тосты. Вообще он обычно говорил и рассказывал со своеобразным юмором. Особенно мне нравились его короткие комментарии. Например, глядя на возню собаки с кошкой, в момент, когда кобелек оказался сверху, заметил: «Гляди-ка, дружба переходящая в любовь».

Нас с В.Е Бойцовым связывало еще то, что мы оба работали председателями докторских Ученых советов. К тому же он был и членом моего совета. Конечно, он ленился так далеко ездить, но все же он, когда необходим кворум, приезжал. Ему всегда было некогда и он, проголосовав, просил отпустить его с Богом. Как-то защищался у нас парень из Днепропетровска – Борис Бусыгин – на тему математического моделирования геодезических и геохимических данных при прогнозировании месторождений в пределах рудных полей. Там был раздел, который Ю.А. Арапов называл вместо «разбиения» «раз’ебение образов». На плакате были изображены, как теперь говорят, в формате 3D, три фаллосообразные трубы, выходящие с начала координат. Владимир Емельянович мне шепчет: «Леша, отпусти меня, я уже проголосовал. Все равно я не могу понять, что такое «трехчлен в квадрате».

А у него Совет был необычным, может быть единственным в Москве. Эдакий «кружок закадычных друзей». Я с удовольствием ходил к нему на защиты, как в качестве оппонента, так и просто слушателя. Обязательно присутствовал какой-нибудь вредный член Совета. Он задавал каверзные вопросы и выступал против претендента. Обычно это был В.М. Григорьев. Но все кончалось хорошо, голосовали единогласно «за» и шли на уже приготовленный банкет. Мне В.Е. Бойцов, когда уходил на пенсию В.М. Григорьев, посоветовал занять его место заведующего кафедрой, но после беседы с Григорьевым, который был страшно возмущен тем, что беспартийный может претендовать на такую должность, я с радостью отказался, вспомнив анекдот: «Волк напал на лошадь, а она ему говорит, что ее есть нельзя. Волк: «Почему?» – «Иди, прочитай табличку на моем заду». Волк зашел сзади, и лошадь с силой лягнула его копытом. Лежит волк в кустах и про себя думает: «Куда я полез, все равно неграмотный!»

Владимир Емельянович был постоянным участником всех совещаний, конференций и симпозиумов по урану. Последние годы мы с ним выступали как ярые противники существующего положения дел: полное пренебрежение отечественной урановой промышленностью и ориентировка на зарубежные месторождения. Я

доказывал необходимость освоения резервных российских месторождений и поисков новых высокорентабельных объектов, а Бойцов постоянно говорил о подготовке кадров. С печальным несвойственным ему лицом он говорил о прозябании вузов, об отсутствии средств на практику студентов, без которой невозможно стать настоящим геологом.



В.Е. Бойцов с печалью говорит о подготовке кадров для урановой геологии. Юбилейная конференция «Урангео», 2005 г.

Постоянно напоминал о том, что на заре урановой геологии все начиналось с подготовки кадров и организации спецкафедр и спецотделений. Именно молодым хорошо подготовленным специалистам удалось за короткий срок создать лучшую в мире минерально-сырьевую базу урана. Но на его, да и на мои слова начальство, от которого что-то зависело, не обращало внимание. Я пытался его утешить, приносил шампанское. Он пил, но печаль не покидала его лица.



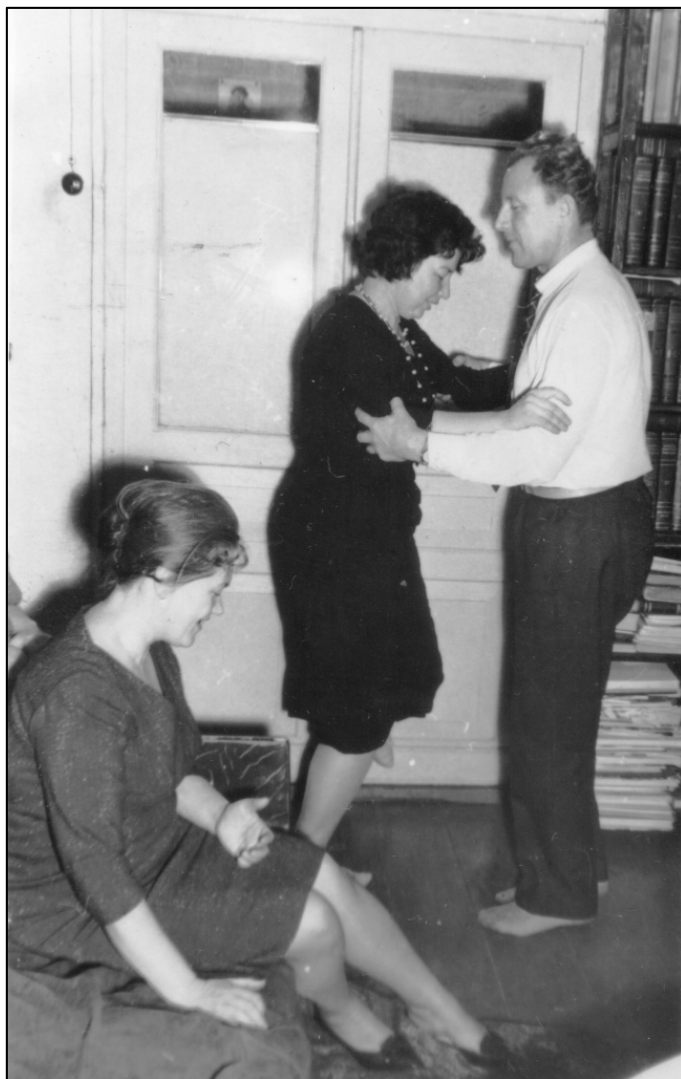
В.Е. Бойцов вместе с сыном Александром на юбилейной конференции «Урангео», 2005г.

Кстати, его сын Александр всегда выступал нашим оппонентом, утверждая со слов своего руководства (он работал сначала в ТВЭЛ, затем в Техснабэкспорт и АРМЗ, теперь в канадской фирме «Uranium One»), что уран нам не нужен и надо ставку делать на более дешевые иностранные ресурсы. Владимир Емельянович был очень этим недоволен.

У нас с Владимиром Емельяновичем было еще одно общее увлечение – баня. Он до старости ходил с компанией в Кадашевские бани. Все организовывал брат спартаковского хоккеиста Зимин. У него, как говорится, все было схвачено. Однажды я прихожу в Кадаши, по приглашению Заварзина, вместе с главным геологом ВостГОКа (Украина) Б.Г. Баташовым. На главном входе висит табличка: «Санитарный день», а ниже подписано карандашом: «К Заварзину через черный ход». Оказывается, они оккупировали всю баню и отмечали день рождения Заварзина. Баташову все были рады и сразу накинулись на него с вениками. А Борис Герасимович

(учились с Заварзиным в одной группе) был очень subtilным. Как говорил Ю.А. Арапов, увещевая Бойцова за пьянку с Баташовым: «Вы не учитываете Т:Ж. Сами амбалы под 100 кг, а у него 45 кг вместе с ключами от машины». Честно сказать, это Баташову не мешало, и выпить он мог достаточно, не меньше других. Баташов под вениками Бойцова кричит: «Хватит, хватит! Вы меня испарите».

Особо нужно сказать об отношении В.Е. Бойцова к женщинам. Он везде был галантным кавалером, уважительным и очень внимательным. А уж они, по-моему, все были влюблены в него по уши. Причем таким он оставался до самой старости. Вот на снимке 1963 года он учит Люсю, жену Заварзина, танцевать твист, а на другом, уже в возрасте за 80 – ласково обнимает Галю Демкину.



В.Е. Бойцов осваивает твист. Москва, 1963 г.



*«Любви все возрасты покорны». Галина Демкина радуется ветеранов.
Калягино. 2007 г.*

Что ни говори, а приятно вспомнить такого широчайшей души человека. И воспоминания эти вовсе не печальные. Так и стоит перед глазами здоровый веселый мужик, всегда приветливый и всегда готовый подначить или разыграть, но без всякой злости, а с доброй иронией.

А.В. Тарханов

О ЧЕЛОВЕКЕ С ОТКРЫТЫМ ЩЕДРЫМ СЕРДЦЕМ

Владимир Емельянович был для меня человеком, оказавшим огромное влияние на мою судьбу – и в смысле выбора работы, и дальнейшего жизненного пути в целом.

Мое обучение в Геологоразведочном институте прошло под чуткой, почти отеческой заботой Владимира Емельяновича. Это был отдельный этап беззаботной в то время жизни. О таком руководителе можно только было мечтать.

Он всегда всем помогал. В его кабинете на пятом этаже все были равны – и именитые гости со всего мира и студенты-аспиранты. Молодежь по-свойски делилась своими проблемами, и никто не оставался без совета и конкретной помощи.

После окончания мной института (1999 г.) обстановка в стране не делала привлекательной профессию геолога, да и идти работать по специальности было фактически некуда. Я ушла в приют и два года работала педагогом. В то время Владимир Емельянович постоянно звонил со словами: «Катя, не переживай, я устрою тебя...». Так я попала во ВНИИХТ, где в то время работал его сын, Александр.



Катя Солнцева в гостях у В.Е. Бойцова. Калягино. 2005 г.

С подачи В.Е. Бойцова я наконец-то занялась любимым делом. Душевный коллектив, хороший начальник. Я объездила многие места с командировками, приобрела массу знакомств. Хочется отметить, как иногда в разных уголках нашей страны (и не только) люди вдруг начинали вспоминать Владимира Емельяновича добрыми словами, и было ощущение, что Бойцова знают везде...

Неформальное общение происходило и за воротами родного

МГРИ – в Калягине. Устраивались посиделки с такими учеными как Заварзин, Шумилин, Гуськов. Инициатором веселья, как правило, был Владимир Емельянович: то пойдемте байдарку собирать, то на «Запорожце» кататься, то постреляем, то попоём...

Все последние годы я ездила во МГРИ только к одному человеку – Владимиру Емельяновичу. Общение с таким добрым и чутким человеком с абсолютно открытым щедрым сердцем всегда было отдушиной для меня. И даже если разговор не касался конкретных личных проблем, оставалось ощущение безусловного счастья и понимание, что надо вот сейчас ловить каждое слово, учиться мудрости у такого великого человека.

Катя Солнцева

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ГЕОЛОГИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ИМЕНИ ПРОФЕССОРА В.Е. БОЙЦОВА

Кафедра геологии месторождений полезных ископаемых сохранила традиции образовательной и научной школы академика В. А. Обручева, заведующего кафедрой рудных месторождений Московской горной академии с 1918 по 1930 г.

С 1930 по 1934 г. в МГРИ было три кафедры, связанные с изучением месторождений полезных ископаемых: рудных месторождений (заведующий кафедрой доцент Е. Е. Захаров), неметаллических полезных ископаемых (заведующий кафедрой доцент Б. Я. Меренков) и угольных месторождений (заведующий кафедрой профессор М. М. Пригоровский).

В 1934 г. эти кафедры объединились в кафедру полезных ископаемых, которой заведовали доцент Е. Е. Захаров (1934–1936 гг.), профессор Б. Л. Степанов (1936-1941 гг.), профессор Е. Е. Захаров (1941- 1976 гг.) и профессор В. М. Григорьев (1976 – 1993).

В 1963 г. решением Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР кафедра геохимии, минералогии и

геологии месторождений руд редких и радиоактивных элементов была переведена из МИЦМиЗа в Московский геологоразведочный институт. Заведующими кафедрой геохимии, минералогии и геологии месторождений руд редких и радиоактивных элементов были профессор М.Ф. Стрелкин (1963 – 1966 гг.) и В.Н. Котляр (1966 – 1976 гг.).

С 1976 года длительное время кафедрой руководил (до 1993 г.) профессор В.Е. Бойцов. В этот период окончательно формируется получившая мировое признание мощная научная школа геологии месторождений руд радиоактивных и редких элементов.

Создание новой научной школы по геологии урановых месторождений на базе кафедры геохимии, минералогии и геологии месторождений руд редких и радиоактивных элементов в МГРИ-РГГРУ неразрывно связано с именами выдающихся ученых - академиков Д. И. Щербакова, А. Г. Бетехтина, Н.П. Лаверова, А. А. Саукова, профессоров В.Е. Бойцова, Ф.И. Вольфсона, М.Ф. Стрелкина, Д.И. Щеголева, В.Н. Котляра, В.И. Данчева, М.В. Шумилина, А.И. Перельмана и др. Все они принимали активное участие в подготовке молодых специалистов, обучая их не только на кафедре, но и во время студенческих практик на полевых работах и рудниках. Большая организующая роль и личное участие в подготовке горных инженеров геологов принадлежали профессору В.Е. Бойцову.

Известно, что в ранний период развития урановой промышленности СССР в процессе разработки как уже известных месторождений урана Рудных гор, так и в открытие новых, значительный вклад был внесен советскими специалистами. В этой работе активное участие принимал В.Е.Бойцов, что существенно обогатило его научную базу.

Первые циклы лекций по минералогии и геохимии урана, по геологии урановых месторождений и составу руд, по методам поисков и разведки урановых месторождений были в то время основным учебным пособием для студентов, так как открытых публикаций по геологии, минералогии и геохимии урана было еще очень мало. Кроме формирования специальных курсов дисциплин создавалась одна из

первых в стране коллекция основных типов урановых руд из отечественных и зарубежных месторождений. Постоянно пополняясь, она активно используется не только для обучения студентов, но и на курсах повышения квалификации. Сейчас эта коллекция руд и минералов редких и радиоактивных металлов, созданная по инициативе профессора В.Е. Бойцова, представлена в фондах филиала Музея стратегических видов полезных ископаемых в МГРИ-РГГРУ.

История развития кафедры геохимии, минералогии и геологии месторождений руд редких и радиоактивных элементов связана с именами многих крупных ученых.

Основатель кафедры, положивший много труда в ее создание и укрепление, профессор М. Ф. Стрелкин начал плодотворно работать в области изучения геохимических процессов образования руд редких и радиоактивных элементов. Он создал и с большим успехом читал курс лекций по геохимии редких и радиоактивных элементов. М.Ф.Стрелкиным было воспитано не одно поколение инженеров-геологов, активно работающих в различных производственных, научных и административно-хозяйственных организациях народного хозяйства. Его идеи плодотворно развивались доцентами кафедры В.Я.Тереховым и И. М. Баюшкиным. Они отражены в опубликованном ими первом в мире учебнике для вузов по минералогии и геохимии руд редких и радиоактивных элементов «Минералогия и геохимия редких и радиоактивных металлов» (1987 г.).

Большое участие в работе кафедры принимал академик А. Г. Бетехтин, являвшийся заведующим лабораторией минераграфии в ИГЕМ АН СССР. Он занимался разработкой вопросов генезиса месторождений, методов изучения вещественного состава руд. Им создана одна из первых генетическая классификация урановых месторождений. Академик А.Г. Бетехтин – автор известного учебника «Минералогия», являющегося до настоящего времени основным по этому предмету. Много лет в своих лекциях, консультациях и докладах он передавал знания молодежи. Развитие методов исследования вещественного состава руд на кафедре продолжила профессор Т. М. Кайкова. По традиции, заложенной А.Г. Бетехтиным,

они особое внимание уделяется совершенствованию методики изучения состава руд с использованием современных технических средств диагностики минералов. Преподавателями кафедры доцентами А. К. Корсаковым, И. М. Баюшкиным и Г. Д. Павловичем был разработан компьютерный определитель оптических свойств рудных минералов, который использовался в учебном процессе.

С приходом в 1965 г. на кафедру профессора В. Н. Котляра, ставшего заведующим в 1966 г., значительно усилилось изучение геологии большой группы рудных и радиоактивных месторождений. В. Н. Котляр известен как автор многих научных трудов и учебников. За фундаментальный научный труд «Основы теории рудообразования» (1970 г.) он был удостоен Ленинской премии.

С 1976 г., когда кафедрой заведовал профессор, доктор геолого-минералогических наук В.Е. Бойцов, в число непосредственно изучаемых группами сотрудников кафедры объектов входили крупнейшие месторождения Кызылкумов (Уч-Кудук, Мурунтау и др.), Алдана (Эльконские), Казахстана, Германии, Чехословакии и Болгарии.

Так, Кызылкумской партией НИЧ МГРИ под научным руководством профессора В.Е. Бойцова проводились исследования по изучению урансодержащих золотых руд крупнейшего месторождения золота – Мурунтау. Эти работы продолжались до 1992 года. В результате исследований получены важные научные выводы, что с глубиной содержание цианируемого золота в первичных неокисленных рудах не изменяется. Это позволило уверенно проектировать карьер на глубину более 550 м.

С 1976 г. под научным руководством профессора В.Е. Бойцова и доцента Г.Н. Пилипенко возобновились научно-исследовательские работы по изучению золотоносности урановых руд крупнейших месторождений Центрально-Алданского района. В этих месторождениях содержится основная часть разведанных запасов урана России и значительные запасы золота, серебра и молибдена.

После выявления в 1964 г. научно-исследовательской группой МГРИ под руководством доцента Г.Н. Пилипенко в этих месторождениях связанного с урановыми рудами золота

руководством Первого главка Министерства геологии СССР было поручено курирование всех многочисленных работ Приленской экспедиции по разведке и изучению золотоносности рудоносных зон этого района.

Предложенная преподавателями и сотрудниками кафедры методика работ и проведенное изучение и опробование на золото десятков месторождений Эльконского горста, а также оценка содержания золота в золотосульфидных флотоконcentратах проб, отобранных по каждой из урановорудных залежей основной рудной зоны района Южной, позволило ГКЗ СССР утвердить запасы золота в ней в тех же категориях, что и урана.

В дальнейшем эти работы были продолжены учениками В.Е. Бойцова под научным руководством профессоров А.А. Верчебы и Г.Н. Пилипенко.

В процессе многолетних исследований по Центрально-Алданскому золотоурановому району В.Е. Бойцовым вместе с сотрудниками было написано около 40 научных отчетов и опубликованных работ. В результате многолетних работ на Эльконском горсте разработаны конкретные предложения, которые призваны обеспечить осуществление и рентабельность освоения этих крупнейших месторождений что становится особенно актуальным в современной мировой политико-экономической обстановке.

В выполнении научно-исследовательских работ и в учебном процессе все шире стала использоваться вычислительная техника, на кафедре одной из первых в институте была создана специализированная компьютерная лаборатория.

Кафедра развивала традиции международных связей с коллегами из зарубежных стран.

Профессор Е. Е. Захаров читал курсы лекций в Парижском университете (Сорбонне), профессор В. М. Григорьев – в Политехническом институте в КНДР, профессор Г. Н. Пилипенко в Политехническом университете в г. Кабуле (Афганистан), профессор Л.Д. Оникиенко и доцент С.А. Малютин - в Политехническом институте в г. Конакри и г. Боке (Гвинея).

Профессора В. Е. Бойцов, А.А. Верчеба, П.А. Игнатов, Л.Д. Оникиенко, И.Ф. Романович, Г.Н. Пилипенко, А.К. Корсаков, доценты Н. Н. Железняк, И.М. Баюшкин, И.Ф. Градовский, П.А. Иванов, Г.Д. Павлович, С.И. Одеров, М.Ю. Гурвич продолжали работу по изучению геологии урановых месторождений на территории России и сопредельных государств и развивали научную теорию рудообразования.

В 1993 г. произошло объединение кафедры полезных ископаемых с кафедрой геохимии, минералогии и геологии руд месторождений редких и радиоактивных элементов в кафедру геологии месторождений полезных ископаемых. Объединенную кафедру возглавил профессор В.Е. Бойцов. Ему удалось создать крепкий коллектив специалистов, изучающих большую группу связанных между собой месторождений стратегических видов сырья – урана, золота, алмазов и др. Совместное изучение этих месторождений под руководством В.Е. Бойцова внесло существенный вклад в совершенствование общей теории рудообразования.

Педагогический коллектив кафедры представлен высококвалифицированными преподавателями с огромным стажем производственной и научной деятельности. В настоящее время на кафедре педагогическую работу ведут профессора А.А. Верчеба, П.А. Игнатов, Л.Д. Оникиенко, Г.Н. Пилипенко, доценты А.И. Бобков, Н. Ю. Васильев, И.Ф. Градовский, М.И. Гурвич, Л.А. Дорожкина, А.В. Жданов, С.А. Малютин.

Кафедра геологии месторождений полезных ископаемых стала профилирующей по подготовке квалифицированных специалистов по направлению прикладная геология. Для студентов геологоразведочного факультета на кафедре традиционно читаются фундаментальные курсы: «Учения о полезных ископаемых», «Промышленные типы металлических полезных ископаемых», «Промышленные типы неметаллических полезных ископаемых», «Лабораторные методы изучения вещественного состава полезных ископаемых», «Структуры рудных полей и месторождений». Читаются также новые курсы: «Металлогения», «Радиогеоэкология»,

«Техногенные месторождения», «Технологическая минералогия», «Околорудные метасоматиты», «Геохимия биосферы» и др.

Краткие курсы полезных ископаемых читаются для студентов факультетов геофизического, гидрогеологического, технологии и техники разведки и разработки, экологического и факультета международных отношений и правовых основ недропользования. Проводятся учебные занятия по дисциплинам кафедры со студентами заочного отделения.

Для подготовки магистрантов читаются оригинальные авторские курсы: «Минералогия и геохимия урана и золота», «Геолого-промышленные типы месторождений урана и золота», «Палеогидрогеология рудообразования», «Урановорудные осадочные бассейны», «Современные методы исследования руд и минералов», «Современное состояние минерально-сырьевой базы руд редких и радиоактивных металлов» и др.

С момента организации кафедра геологии месторождений полезных ископаемых является общепризнанным учебно-методическим центром, где разрабатываются новые учебные планы, учебные программы, методы исследования вещественного состава полезных ископаемых как в лабораториях, так и в полевых условиях. Современный курс методов исследования вещественного состава руд, который преподается в вузах страны, в значительной мере создан работами преподавателей кафедры.

На кафедре продолжается работа по дальнейшему совершенствованию методов преподавания основных курсов. При чтении лекций делается акцент на обучение студентов методам научного анализа (рудноформационного, металлогенического и структурно-текстурного). Особое внимание уделяется вопросам совершенствования организации и проведения лабораторных занятий по всем дисциплинам с целью максимального развития у студентов навыков самостоятельной работы с литературой (включая иностранную), с коллекцией руд и рудовмещающих пород. Студенты приобретают умение видеть и анализировать геологические явления в обнажениях, забоях, штуфах, шлифах и т.п. для знакомства с

элементами научных наблюдений и анализа их результатов. На кафедре создан оригинальный лабораторный комплекс диагностики рудных минералов в отраженном свете, защищенный двумя авторскими свидетельствами.

Дальнейшее инновационное развитие деятельности кафедры обеспечивается работой её научно-образовательных центров (НОЦ), которые позволили привлечь к сотрудничеству известных ученых отраслевых институтов и Российской академии наук.

НОЦ МГРИ-РГГРУ – ИГЕМ РАН «Рудная геология, петрография, минералогия и геохимия» обеспечивает использование лабораторной базы ИГЕМ РАН студентами при написании научных разделов дипломных и итоговых квалификационных работ. НОЦ МГРИ-РГГРУ – ФГУП «ВИМС» по направлению «Изучение месторождений стратегических видов минерального сырья и подготовка кадров высшей квалификации» привлекает студентов к проведению экспедиционных работ, участию в совместных научных конференциях студентов, аспирантов и молодых специалистов. НОЦ МГРИ-РГГРУ с ООО «Майкрайм Рус» – «Подготовка кадров высшей квалификации по работе с горно-геологическими информационными системами», организованный при поддержке директора компании Б.В. Курцева, работает для обеспечения современного уровня прикладных научно-исследовательских работ с использованием компьютерных технологий.

Преподаватели кафедры и научные сотрудники НОЦ руководят курсовыми работами и дипломным проектированием студентов двух групп каждого курса геологоразведочного факультета.

За период существования кафедрой подготовлено более 2800 инженеров-геологов, работающих во всех уголках нашей страны и за рубежом. Многие из них возглавляют крупные научные подразделения, руководят геологическими службами горнодобывающих предприятий и производственных геологоразведочных объединений. Не только у нас в стране, но и за рубежом хорошо известны имена выпускников кафедры. Это вице-президент АН СССР академик Н. П. Лаверов, заместитель Министра

геологии СССР М. Д. Пельменёв, директор ИГЕМ РАН академик Н.С. Бортников, генеральный директор ФГУП «ВИМС» профессор Г.А. Машковцев, член-корреспондент РАН В.А. Петров, член-корреспондент РАН А.В. Самсонов, член-корреспондент АН Республики Армении С. В. Григорян и др.

Кафедрой подготовлено 150 кандидатов наук, 15 из них стали докторами геолого-минералогических наук. На кафедре постоянно проходят стажировку преподаватели вузов и научные сотрудники отраслевых институтов и производственных организаций.

Большую работу провели преподаватели кафедры по подготовке и изданию учебников и учебных пособий по курсам промышленных типов рудных и неметаллических полезных ископаемых, методам исследования руд, структурам рудных полей и месторождений, основам металлогении, техногенным месторождениям, радиогеоэкологии и др.

Кафедра оказывает учебно-методическую помощь университетам и факультетам России и зарубежных стран, преподаватели приглашаются для чтения лекций и методических консультаций. Со многими из них кафедра заключила договоры о сотрудничестве. Наиболее длительные связи поддерживаются с Национальным исследовательским минерально-сырьевым университетом «Горный», Уральским государственным горным университетом, Томским национально-исследовательским политехническим университетом, Сибирским федеральным университетом, Северо-Восточным федеральным университетом.

Проводились совместные научно-исследовательские работы с Высшим горно-геологическим институтом в Болгарии и Фрайбергской горной академией в Германии.

Кафедра уделяет большое внимание практическому обучению студентов. Осуществляются отбор мест для прохождения производственной и преддипломной практик и распределение студентов, консультации до отъезда на практику, на местах практик путем выезда преподавателей и после возвращения на кафедру – во время составления отчетов. Разработанные кафедрой учебные программы этих практик систематически совершенствуются в соответствии с требованиями, предъявляемыми по подготовке инженерных кадров.

Основные задачи производственных экспедиционных практик – ознакомление студентов с детальным геологическим картированием, изучение методов поисков и разведки полезных ископаемых, геологической документации горных выработок и керна буровых скважин. Студенты осваивают методы опробования и обработки геологических проб, осуществляемой в соответствии с геологическим заданием, проектом и методикой проводимых геологоразведочных работ, в которых участвует студент, и современные методы камеральной обработки материалов с помощью компьютерных технологий.

Одно из главных требований к преддипломной практике студентов, собранный материал должен быть достаточным для разработки дипломного проекта, причем ставится задача, чтобы проекты были реальными и после защиты в Государственной экзаменационной комиссии их можно было бы направить в производственные и научные организации для использования.

На кафедре имеется хорошо оборудованная лаборатория для проведения учебных занятий по курсу «Современные методы лабораторного исследования руд», обеспечивающая индивидуальную работу студентов.

В рамках работ научно-образовательного центра МГРИ-РГГРУ – ФГУП «ВИМС» «Рудная геология, минералогия и геохимия», действующего на базе кафедры геологии месторождений полезных ископаемых, был разработан комплекс инновационных решений, включающий в себя устройство фотооптической документации полированных штуфов («Рудный сканер»), лабораторный цифровой комплекс для исследования оптических свойств минералов в отраженном свете и электронный интерактивный справочник-определитель минералов в отраженном свете «mineragraphy.ru».

Разработки коллектива защищены патентами РФ (патент РФ на полезную модель № 105997 от 11.02.2011 «Устройство фотооптической документации полированных штуфов», патент РФ на полезную модель № 109565 от 20.10.2011 «Лабораторный цифровой комплекс для исследования оптических свойств минералов в отраженном свете»). Методика и технология работы комплекса

описана в научных публикациях, которые отмечены премией РосГео и Роснедра в области науки и инновационных технологий в геологическом изучении недр России за 2013 г.

Имеются также специальные кабинеты для индивидуальной научной работы студентов, аспирантов и научных сотрудников кафедры, включая лабораторию рентгено-флюоресцентного анализа «Респект». Для студенческих лабораторных занятий имеется большая (около 3 тыс.) коллекция полированных шлифов и штуфных полировок, подобранных по специальным темам дисциплин, изучаемым на кафедре.

На кафедре оборудован филиал музея стратегических видов полезных ископаемых, в фондах которого находятся уникальные образцы руд различных месторождений редких и радиоактивных руд.

Лабораторные занятия со студентами по дисциплинам, читаемым на кафедре геологии месторождений полезных ископаемых, обеспечены хорошо подобранным коллекционным материалом по рудным формациям крупнейших месторождений всех видов металлического и неметаллического сырья на территории России и СНГ и по ряду месторождений зарубежных стран. Общее количество этих образцов превышает 5 тыс. Имеются также графические наглядные учебные материалы и учебные пособия, в том числе по новым дисциплинам, читаемым на кафедре.

В 2011 г. заведующим кафедрой был избран профессор А.А. Верчеба, по инициативе которого в 2012 г. кафедре геологии месторождений полезных ископаемых присвоено имя профессора В.Е. Бойцова.

В 2014 г. кафедра стала структурным подразделением Института геологии минеральных ресурсов, созданного на базе геологоразведочного факультета МГРИ-РГГРУ.

***Профессор А.А. Верчеба,
профессор Г.Н. Пилипенко***

ВСПОМИНАЯ ВЛАДИМИРА ЕМЕЛЬЯНОВИЧА...

Вспоминая Владимира Емельяновича, видишь что-то большое, солнечное и многогранное...

Я познакомился с ним уже на склоне его жизненного пути. Читая лекции на кафедре В.А. Симакова, я частенько проходил на шестом этаже мимо кабинета «Зав. кафедрой В.Е. Бойцов» и всегда знал, что вот откроется знакомая дверь и родной глуховатый голос скажет: «Ну, и чего же ты не заходишь?!»

Общаться с Емельянычем всегда было сплошное удовольствие и доставляло огромную радость. В дружеском застолье мною было услышано много жизненной мудрости, воспоминаний о его «урановом» прошлом, наставлений опытного аксакала.

Доброта и удивительная доброжелательность прямо лучилась из его геологической природы.

Вспоминается ещё «круглый стол», который однажды организовал Владимир Емельянович в библиотеке МГРИ с повесткой дня «Как улучшить преподавание в родном институте». Собралось много народа. Помню Г.А. Машковцева, других директоров близких ко МГРИ предприятий. Ведущий (В.Е. Бойцов) с большим жаром и с большой озабоченностью призывал присутствующих «поболеть» за качество преподавания. Автор этих строк советовал чаще приглашать представителей отраслевой науки к чтению лекций в институте. Григорий Анатольевич Машковцев даже предлагал открыть в ВИМСе специальный класс, оборудованный аналитической аппаратурой, для факультативного обучения студентов МГРИ.

К сожалению, благая инициатива Емельяныча, как и многие другие инициативы тех бурных лет, увы, канула в Лету...

Е.Н. Камнев

***Доктор геолого-минералогических наук,
преподаватель-почасовик МГРИ
в период 2000-х годов***

О ВЛАДИМИРЕ ЕМЕЛЬЯНОВИЧЕ БОЙЦОВЕ

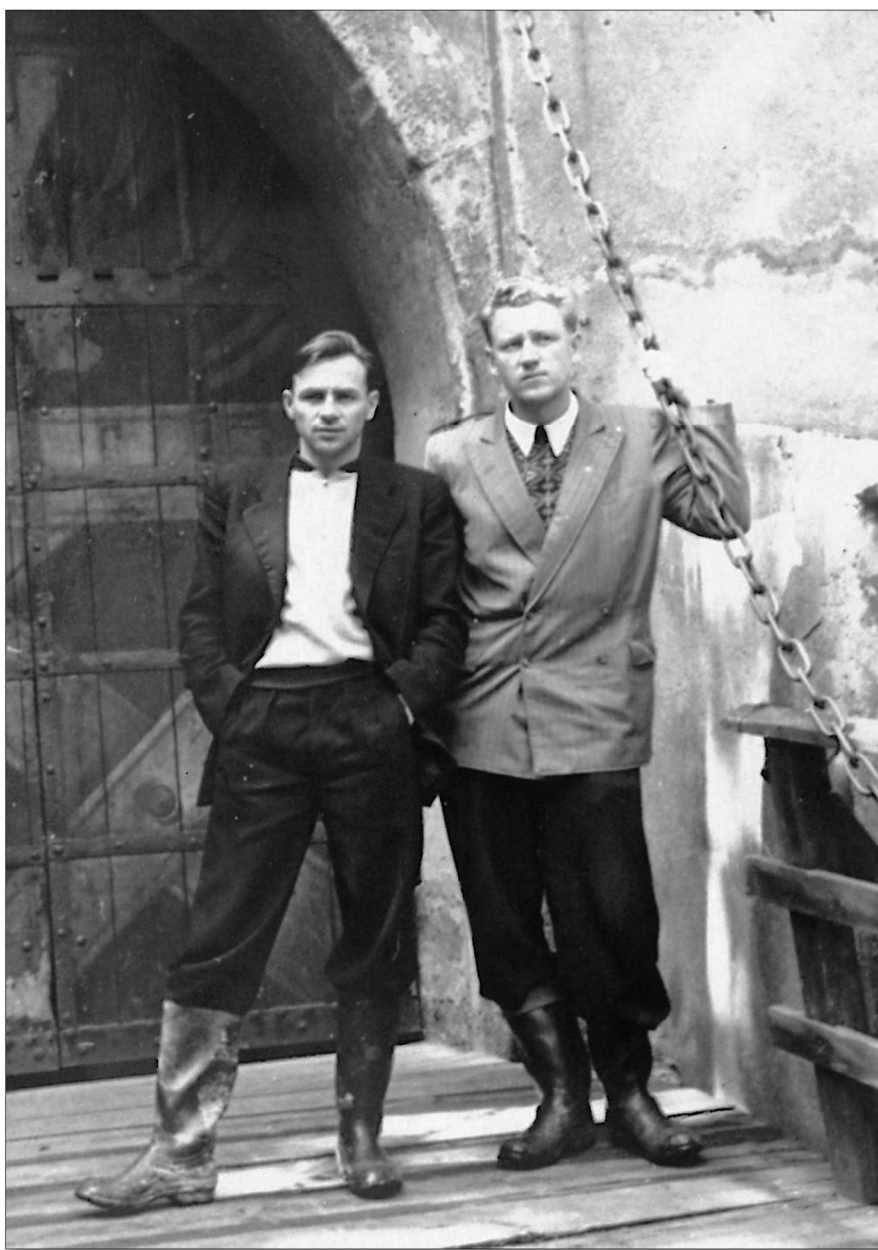
Трудно подобрать слова, чтобы охарактеризовать объемную и плодотворную деятельность Владимира Емельяновича. Крупный ученый с мировым именем, лидер урановой геологии России, естествоиспытатель большого калибра, доктор геолого-минералогических наук, академик Международной академии минеральных ресурсов, горных и естественных наук, Заслуженный геолог России и Почетный разведчик недр, профессор, заведующий кафедрой полезных ископаемых МГГРУ-РГГРУ, участник Великой Отечественной войны.

География его деятельности была весьма широка и простиралась от западной Чехии и Рудных гор до Алдана, от северных районов до Средней Азии. Страна высоко оценила его заслуги, наградив орденами «Отечественная война», «Знак почета», «Шахтерская слава» 1,2 и 3 степеней и многими медалями. Его перу принадлежит свыше 200 научных работ, в том числе 10 монографических. Глубокие теоретические знания, нацеленность на решение практических задач, способность к глубокому анализу и обобщениям снискали ему высокий научный авторитет среди специалистов-геологов в России и за рубежом.

Педагогическая работа и научная деятельность Владимира Емельяновича не замыкалась на МГРИ-РГГРУ, и его всегда активная натура проявлялась широко и многообразно. Он был связан и сотрудничал с геологами отдельных районов Якутии, Приморья, Забайкалья, Казахстана, стран Средней Азии, не прерывал научных связей и с геологами государств Восточной Европы.

Мы знали его как обаятельного веселого человека с сильной волей и большим опытом жизнеутверждения. От него исходил невероятно сильный магнетизм добра и энергии. Поэтому его дом и кафедра МГРИ-РГГРУ часто принимали не только ученых Москвы, но и Санкт-Петербурга, Якутска, Ташкента и других городов. Он много внимания уделял выдвижению молодых научных кадров: им было подготовлено 4 доктора наук и более 20 кандидатов. Другие

качества Владимира Емельяновича были не менее колоритны. Особой его страстью была охота. Она охватывала озерные и речные угодья от истока до низовьев Волги, степные и пустынные области Казахстана, болота и леса Чехии, Германии и других стран. Здесь для него не существовало ограничений ни в календаре, ни в перечне охотничьих трофеев.



В.Е. Бойцов (справа) и А.А. Фролов (Чехословакия, 1950-е гг.)



В.Е. Бойцов (слева) и А.А. Фролов (Перedelкино, 1960-е гг.)

Участник Великой Отечественной войны, председатель Совета ветеранов Бойцов Владимир Емельянович всегда пользовался заслуженным авторитетом у сотрудников МГРИ-РГГРУ и смежных геологических организаций.

*Доктор геолого-минералогических наук,
академик РАЕН
Фролов Анатолий Александрович.*

НАШ УЧИТЕЛЬ

Есть люди, воспоминания о которых проносятся через всю жизнь. Одним из таких выдающихся людей был наш учитель – Владимир Емельянович Бойцов. Многие поколения выпускников МГРИ-РГГРУ, а особенно геологи-уранщики, с теплотой вспоминают то время, когда они под руководством Владимира Емельяновича осваивали азы профессии, совершали первые шаги в карьере или писали диссертации. Однако обо всем по порядку...

Первое знакомство студентов с Владимиром Емельяновичем происходило на втором курсе. На лекцию «История открытий» неспешно входил высокий, чуть сгорбленный седой профессор. Он никогда не тратил время на установление дисциплины или требований к посещаемости, а просто начинал увлекательный рассказ о своей любимой профессии, саксонской смоляной руде, Рудных горах. Через некоторое время аудитория затихала и заинтересованно слушала. Разношерстная публика вчерашних школьников начинала интересоваться своей будущей профессией, постепенно наполняясь чувством профессиональной гордости.

На третьем курсе, после разделения на специализации, все студенты уже хорошо знали своего заведующего кафедрой и между собой уважительно называли его «Емельяныч» или коротко – «Батя». С этого момента группа незаметно начинала превращаться в единый сплочённый коллектив. К Владимиру Емельяновичу приходили по всем проблемам – от учебы до личных. Он всегда находил время, слова поддержки и никогда не отказывал в помощи или мудром совете. Да и в целом отношения студентов и преподавателей кафедры традиционно несли в себе какой-то неуловимый «домашний», почти семейно-родственный уют.

После третьего курса студенты разъезжались на производственную практику – первый самостоятельный шаг в жизни специалиста. Владимир Емельянович всегда особенно ценил навыки, приобретаемые в полевых условиях и старался направить студентов на наиболее интересные месторождения. По возвращению с практики

все спешили к нему: не просто сдать отчет, а обсудить, спросить его мнение о результатах их работы на практике. Владимир Емельянович умел очень аккуратно, ненавязчиво, без явной критики и замечаний направить студента в необходимое русло, указать и главное – объяснить, как исправить ошибки.

На четвертом курсе мы убеждались, что Емельяныч не болеет и не опаздывает на лекции. Его кругозор, знакомство с геологией бывшего СССР и Европы удивляли и вызывали уважение. Он мог рассказывать сугубо научные вещи и тут же иллюстрировать их многочисленными практическими примерами из личного опыта.

После преддипломной практики была очередь из желающих попасть на дипломное руководство к Владимиру Емельяновичу. Для Владимира Емельяновича все студенты были хорошими, и он не стеснялся это высказывать при беседах с преподавателями и даже писать об этом в газетах, но как он отбирал себе дипломников, остается загадкой до сих пор...

Защита дипломных проектов – всегда особенный день в жизни студента. И сейчас мы понимаем, какой это ответственный день у руководителя – показать свою работу лицом. Не все дипломники Владимира Емельяновича были отличниками во время учебы, но все защищали свои дипломные проекты с особенным шиком и, как правило, на «отлично». Его умение разбираться в людях, доброе отношение и теплота заставляла более ответственно работать, а главное давало практический результат – все выпускники Емельяныча остались работать в отрасли и по профессии.

Владимир Емельянович чувствовал людей. Многие остались в геологии именно благодаря его словам «это надо сделать». Не многим посчастливилось быть в аспирантуре у Владимира Емельяновича, но все аспиранты кафедры вспоминают эти годы с особенной теплотой. Он работал с каждым аспирантом не только в рамках Университета, он помогал освоиться в этой жизни, становился Учителем с большой буквы.

Аспиранты привлекались к проведению занятий и учебных практик. В первый год обучения Владимир Емельянович просил

(именно просил, а не поручал!) провести 1-2 занятия в рамках его курса, помочь с приемом зачетов и работе с учебными материалами. На второй – третий год давал возможность самостоятельно проводить семинарские занятия по отдельным курсам. Именно в этот момент приходило осознание его отношения к лекциям – аккуратность, увлеченность и тщательная подготовка.

Немногие оставались работать на кафедре, но избравшие для себя этот путь открывали во Владимире Емельяновиче новые качества – предельная корректность как руководителя, способность быстро схватывать суть и простыми словами объяснять наиболее сложные вещи, готовность протянуть руку помощи в любой ситуации. Университет был его вторым домом, коллектив – семьей.

Владимир Емельянович всегда очень трепетно и с большой любовью говорил о семье и близких. Он был очень гостеприимным и хлебосольным человеком, душой компании, любил, а главное умел много и качественно работать и также хорошо отдыхать.

Сейчас мы осознаем, что нам не хватает его советов, его мудрого взгляда и ободряющих слов «это надо сделать»...

А.В. Жданов
Б.Н. Имамендинов

ТРУДЫ УЧЕНИКОВ

ПОДЗЕМНОЕ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ УРАНА: ИСТОРИЯ, СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

История подземного выщелачивания урана

В истории подземного выщелачивания урана можно выделить несколько периодов:

1. Начало 60-х годов прошлого столетия связано с созданием технологий подземного выщелачивания независимо в СССР и США с использованием схожих технологических подходов. В СССР развивались технологии сернокислотного, а в США содового выщелачивания.

2. 70-е и 80-е годы - становления ПВ. В этот период были открыты основные месторождения, создана сырьевая база и начато активное развитие подземного выщелачивания в бывшем СССР (построены основные рудники в Казахстане и Узбекистане) и в США (11 рудников по ПВ). Начата добыча урана на рудниках по ПВ в Болгарии, Чехии, Китае.

3. 90-е годы - период застоя, связанный с конверсией урановой промышленности, снижения потребностей в уране и падением цен на уран. Поддерживались и незначительно развивались ранее созданные мощности в Казахстане и Узбекистане, были закрыты большинство рудников ПВ в США и Европе, созданы небольшие рудники в России и в Австралии.

4. 2000-е годы ознаменовались резкой активизацией добычи урана ПВ в Казахстане (8 новых рудников), в меньшей степени в Узбекистане (замещение выбывающих мощностей), в США, России и Австралии.

5. Современный период после 2010 года. Дальнейшее развитие подземного выщелачивания на действующих и новых рудниках в Казахстане, США, России.

В целом в мире за последнее десятилетие доля добыча урана подземным выщелачиванием относительно других методов добычи выросла с 20 до 47% (рис.1). Абсолютная добыча этим способом за

этот же период увеличилась в 3,5 раза: с 7,926т в 2004 до 27,752т в 2013 году. Основной прирост обеспечил Казахстан, увеличив добычу ПВ за 10 лет более чем в шесть раз – до 22,000т, что составило 37% от общемировой добычи в 2013 году. Пять других стран (Узбекистан, Россия, США, Австралия и Китай) добыли в 2013г. методом ПВ 5,750 т урана.

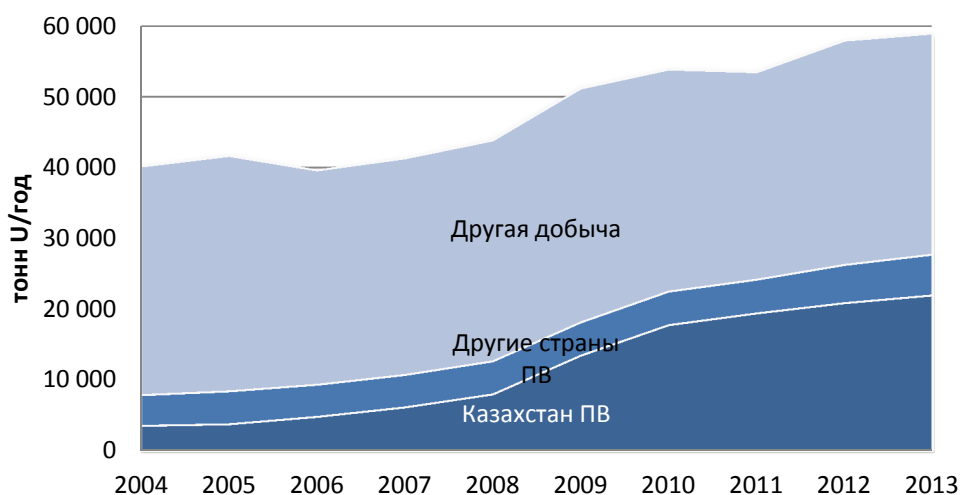


Рис.1 История добычи урана

Семь крупнейших в мире действующих рудников по подземному выщелачиванию с годовой производительностью более 1,500 тонн урана расположены в Казахстане (табл.1), в пределах уникальной Чу-Сарысуйской урановорудной провинции на площади около 40,000км². Здесь, в 70-х – 80-х годах были выявлены восемь месторождений урана с начальными суммарными запасами и прогнозными ресурсами около 900,000 тонн урана. Месторождения контролируются зонами пластового окисления и локализованы в рудносных проницаемых горизонтах поздне мелового и палеогенового возраста. Наиболее крупные месторождения Буденовское и Инкай - каждое с ресурсами более 200,000 тонн. Они разбиты на ряд участков, каждое из которых отрабатывается самостоятельно.

Таблица 1

**Семь крупнейших в мире рудников
по подземному выщелачиванию урана**

Рудник	Каратау	Акбастау	Южный Инкай	Инкай	Южный Моинкум	Торт- кудук	Цент- ральный Мын- кудук
Месторо- ждение	Буденовск ое уч. 2	Буденовск ое уч. 1,3,4	Инкай уч. 4	Инкай уч. 1,2,3	Моинкум	Северный Моинкум	Мынкудук
Вла- дельцы	50% Каз- атомпром, 50% Uranium One	50% Каз- атомпром, 50% Uranium One	70% Uranium One, 30% Казатом- пром	60% Camco, 40% Каз- атомпром	51% Aureva, 49% Каз- атомпром	51% Aureva, 49% Каз- атомпром	100% Каз- атомпром
Запасы, тыс.т U	56	41	48	153	35	24	52
Мощность рудника, тонн/год	2,000 (до 3,000)	2,000	2,000	2,000 (до 4,000)	1,500	2,500	2,000
Добыча 2013г. тонн	2,114	1,495	2,030	2,030	1,437	2,563	1,800

Экономика подземного выщелачивания

Большинство рудников по ПВ отличаются от традиционных урановых карьеров и шахт меньшими капитальными и операционными затратами. Так, по данным компании UxConsulting [1], девять из одиннадцати действующих рудников с производственной себестоимостью менее 80\$/kgU добывают уран методом ПВ. По данным компании NAC International, тринадцать из четырнадцати рудников с наименьшим удельными капитальными вложениями на тонну добываемого урана, также представлены предприятиями ПВ, десять из которых расположены в Казахстане [3]. Экономическая эффективность добычи урана подземным выщелачиванием определяется следующим основными техническими параметрами: содержание урана в продуктивных растворах, расход реагентов (кислоты), производительность технологических скважин и затраты на горно-подготовительные работы (бурение, сооружение, обвязка).

Добыча урана с использованием сернокислотной технологии резко доминирует над содовым выщелачиванием. В 2013 году она составила 95%. Последняя используется только в США. Компания UxConsulting

провела сравнение операционных и капитальных затрат для рудника годовой мощностью одна тысяча тонн урана работающего по сернокислотной и содовой схеме [1]. Результаты показывают (табл.2), что себестоимость и операционные затраты при добыче урана сернокислотным способом, более чем в 2 раза ниже чем содовым, а капитальные затраты на строительство такого рудника меньше в полтора раза.

Таблица 2

Сравнение основных финансовых показателей при добыче урана сернокислотным и содовым подземным выщелачиванием [1]

	Кислотное ПВ	Содовое ПВ
Себестоимость добычи, \$/lb U ₃ O ₈	12	26
Операционные затраты, Млн.\$	27	58
Капитальные затраты, Млн.\$	56	85

Такие преимущества сернокислотного способа в целом определяются: более высокой производительностью технологических скважин и проницаемостью рудовмещающих отложений при больших расстояниях между откачными и закачными скважинами, более высокой концентрацией урана в продуктивных растворах. Это, в конечном счете, определяет более высокую скорость и степень извлечения урана из недр. Кроме того, в Казахстане на практике доказана возможность самовосстановления водоносного горизонта после ПВ, в то время как содовое выщелачивание требует проведение специальных мероприятий по его рекультивации [3]. К преимуществам содовой технологии можно отнести возможность выщелачивания урана из карбонатных руд с содержанием CO₂ более 2%, меньшие риски кольматации и отсутствие коррозии оборудования и насосов.

Основные направления инновационного развития добычного комплекса ПВ связаны:

- с применением высокоэффективных средств бурения и сооружения скважин (обсадка, насосное оборудование, фильтры, гравийная обсыпка, обвязка);

- с выбором оптимальной конфигурации ячейки и расстояния между скважинами в зависимости от морфологии рудного тела и проницаемости отложений;

- эффективным проведением ремонтно-восстановительных работ.

Инновации, направленные на повышение эффективности процесса выщелачивания:

- геологическое и гидрогеологическое 3D моделирование и использованием моделей для управления производством;

- применение геофизического оборудования нового поколения, включая каротаж нейтронного деления, для определения конфигурации рудных залежей и контроля извлечения;

- использование эффективных реагентов и окислителей для снижения расхода кислоты и активизации скорости выщелачивания урана.

Сырьевая база урана

Ключевым фактором устойчивого развития добычи урана в долгосрочной перспективе является надежная и качественная минерально-сырьевая база.

Согласно, так называемой, Красной Книге по урану МАГАТЭ-ОЭСР 2014 года [2], общие разведанные ресурсы урана категории до 130 долл/кг по состоянию на 01.01.2013 составили 5.9млн.тонн, что на 10% больше чем было два года назад. Вместе с тем, ресурсы стоимостной категории менее 80 долл/кг, являющиеся основой для планирования производства добывающих компаний, снизились за этот же период на 36% и составляют около 2 млн.т. При этом из недр за всю историю уже добыто 2,5 млн. т урана, в основном, самых дешевых ресурсов. Следовательно, погашение общих ресурсов с себестоимостью <80 \$/кг может быть оценено как $2.5 / (2+2.5) = 56 \%$. Это, по-видимому, уже превышает некоторый порог, и столь дешевые ресурсы урана можно полагать близкими к исчерпанию в обозримой перспективе.

Если рассматривать структуру мировых ресурсов урана по способу добычи (рис. 2), то ресурсы для ПВ составляют 43% в

наиболее востребованной производством категории менее 80 долл/кг и только 16% в категории менее 260 долл/кг.

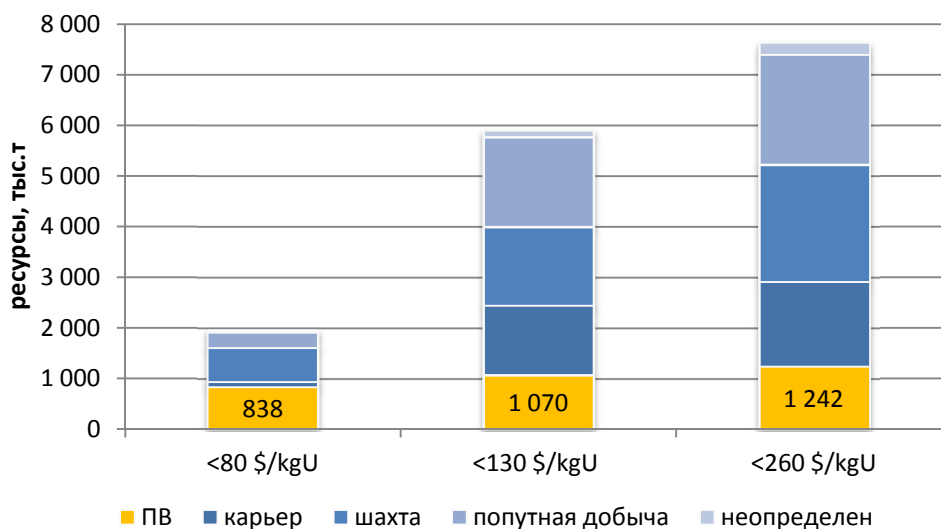


Рис.2 Мировые ресурсы урана по способу добычи [2]

На сегодня на первом месте по запасам урана находится Австралия, а среди компаний ВНР Billiton, владеющая крупнейшим комплексным медно-золото-урановым месторождением Олимпик Дэм, заключающим треть мировых запасов урана стоимостной категории менее 80 долл./кг. На втором месте среди стран находится Казахстан, а среди компаний альянс АРМЗ и Uranium One.

Перспективы и условия для развития подземного выщелачивания

С одной стороны общий объем ресурсов значителен и вполне достаточен для обеспечения будущих долгосрочных потребностей атомной энергетики. В тоже время, большая их часть слабо разведана и относится к высоким стоимостным категориям.

За период 2014-2030 гг. суммарная добыча ведущих урановых компаний оценивается порядка 1,4 млн. тонн урана, что составляет около 70% от запасов менее 80 долл./кг. За это время запасы этой категории собственно урановых месторождений сократятся более чем в два раза, а более половины оставшихся запасов будет приходиться на Олимпик Дэм, где уран попутный компонент и его добыча во

многим зависит от конъюнктуры цен на медь. Таким образом, после 2020 года возможен дефицит «дешевых запасов».

Как показывает проведенный анализ по развитию добычи урана в различных странах на действующих, строящихся и планируемых рудниках (рис.3), проблема постепенного истощения сырьевой базы и снижения добычи урана в полной мере присуща подземному выщелачиванию. К 2018 году прогнозируется рост добычи урана ПВ до уровня 36 тыс.т в год, а после 2022 года будет наблюдаться его постепенное снижение. Перспективы создания новых рудников, на базе резервных месторождений, которые не учтены анализом, крайне ограничены.

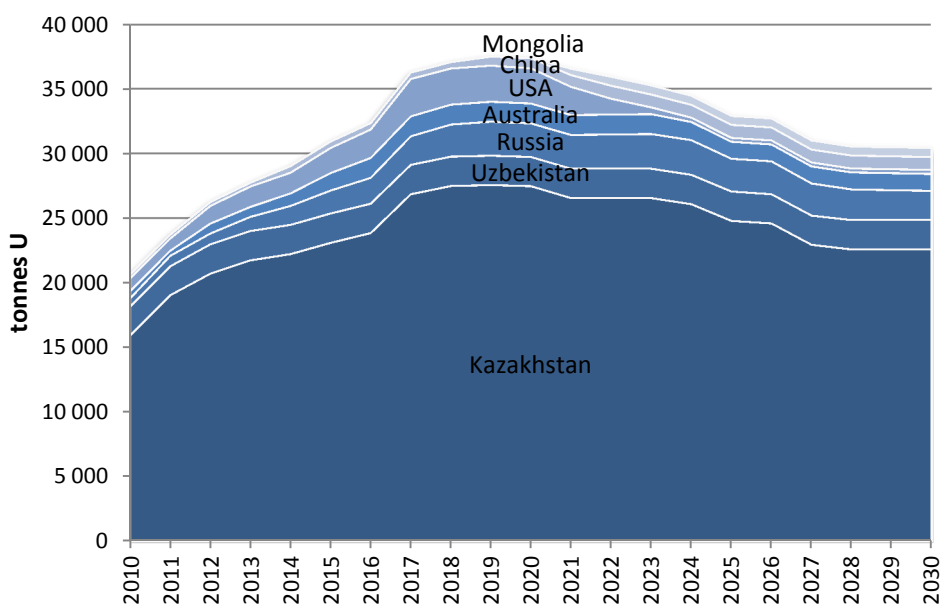


Рис.3 Прогноз развития добычи урана методом ПВ по странам

Схожая картина приводится в отчете UxC Consulting [1] при анализе добычи урана из рудников ПВ различной себестоимости (рис.4). Отчетливо наблюдается спад добычи урана ПВ после 2020 года, при этом рудники с низкой себестоимостью добычи (до 30 долл./фунт) будут замещаться рудниками с себестоимостью выше 40 долл./фунт.

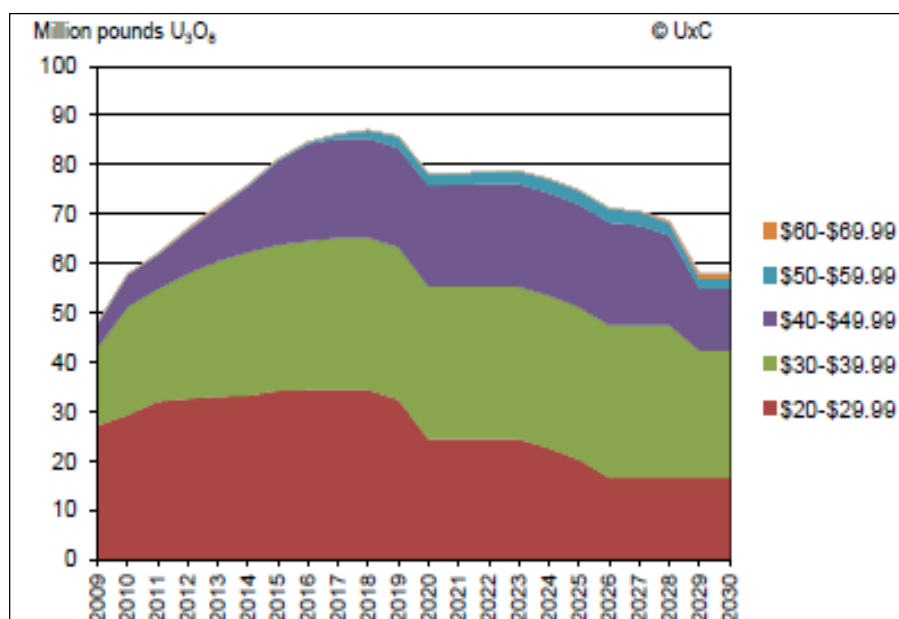


Рис. 4. Прогноз добычи урана методом ПВ по себестоимости добычи [1]

Учитывая вышеизложенное, а также то, что период от начала поисков до освоения месторождения составляет не менее 10 лет, уже сейчас необходимо активизировать урановую геологоразведку, нацеленную на открытие новых крупных месторождений с ресурсами низкой стоимостной категории.

Всего в мире за исторический период было открыто более 1 000 месторождений урана. Более или менее надежные данные по истории открытия для 200 объектов, показывают, что количество открываемых месторождений за период с 40-х гг. прошлого столетия неуклонно сокращалось. Абсолютный минимум приходится на 90-е гг., и лишь в текущем столетии наметился некоторый рост.

Это говорит о том, что эра простых открытий прошла. Открытие месторождений сложный, дорогостоящий и длительный процесс. Вначале поисками выявляются геофизические или геохимические аномалии, затем, даже если при их изучении удастся обнаружить собственно урановую минерализацию, оценка промышленного значения этих проявлений может растянуться на годы, прежде чем будет доказана реальная промышленная ценность начального открытия. По оценке AREVA, весь этот процесс занимает в среднем около 15 лет и требует при положительных результатах и открытии среднего по размерам месторождения затрат порядка 50 млн. евро (рис.5).

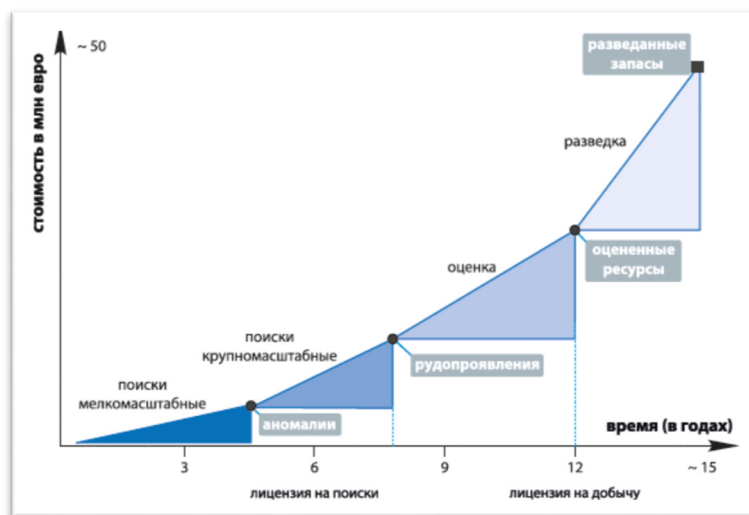


Рис. 5. Схема процесса геологоразведочных работ по стадиям с оценкой материальных и временных затрат (данные компании AREVA) [3].

Эффективность геологоразведочных работ прямо пропорциональна их объемам, а последние зависят от инвестиций. В свою очередь размер инвестиций в рыночных условиях определяется уровнем цен на уран. Чем более высокую прибыль сулят вложения в урановую отрасль, тем больше средств направляется на поиски новых источников сырья. Наметившийся в конце 2000-х годов рост открытий был обеспечен ростом цен, ассигнований и объемов геологоразведочных исследований. Однако текущее падение спроса и цен на уран вызвало сокращение геологоразведочных работ и спад их результативности. Графики цен и инвестиций в геологоразведку оказываются почти синхронными (рис.6).

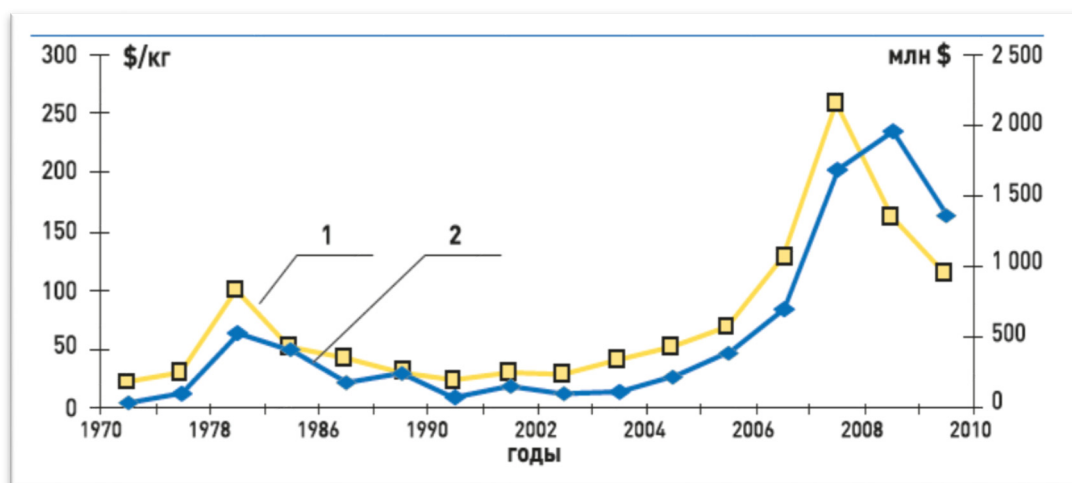


Рис. 6. Динамика мировых цен на уран (1) и ассигнований на геологоразведочные работы (2) в период 1970–2009 гг. [3].

Однако никакими вложениями нельзя обеспечить выявление новых объектов, если их нет в природе, и в целом результативность геологоразведочных работ за исторический период имеет отчетливую тенденцию к снижению. Большинство сделанных в последние годы открытий состоялись в пределах областей, в той или иной мере определившихся в качестве перспективных на уран еще в 70–80-е годы. К сожалению, в последние двадцать лет поисковые работы не привели к значимым открытиям новых месторождений песчаникового типа, связанных с региональными зонами пластового окисления для отработки ПВ. В основном осуществлялся перевод прогнозных ресурсов в разведанные запасы на ранее открытых месторождениях.

Вместе с тем, методика поисковых геологоразведочных работ на этот тип месторождений была успешно реализована советскими геологами и привела в свое время к великим открытиям крупнейших урановорудных провинций в Казахстане и Узбекистане, сырьевой потенциал которых еще далеко не исчерпан. Открытие новых месторождений данного типа можно ожидать также в: Витимском районе (Россия), меловых впадинах Монголии и Китая, многочисленных осадочных бассейнах (Powder River, Great Divide и другие) в Вайоминге и Техасе, бассейн Frome в Австралии. Результаты геологоразведки последнего десятилетия позволяют также рассматривать перспективы открытия новых урановорудных районов, связанными с отложениями системы Кару в странах центральной и южной Африки и бассейна Парана в Южной Америке.

Важно еще раз подчеркнуть, что ресурсы урана в недрах есть функция предельной себестоимости получения из них конечной продукции, а последняя связана с ценой, по которой потребитель согласен ее приобретать. К сожалению, урановый рынок до сих пор не восстановился после аварии на Фукусиме. Это явно не соответствует ожиданиям производителей урана и не способствует инвестициям в геологоразведку.

Литература

1. Uranium Production Cost Study. UxC Consulting Report, August 2013
2. URANIUM 2013: resources, production, demand. NEA/IAEA, OECD 2014.
3. Живов В.Л., Бойцов А.В., Шумилин М.В. Уран: геология, добыча, экономика. М.: РИС «ВИМС», 2012.

*Н.Ю. Васильев, доцент (РГГРУ-МГРИ им. С. Орджоникидзе)
А.О. Мострюков, вед. научн. сотр.,
(Геофизическая обсерватория «Борок» ИФЗ РАН)*

О ФАКТОРАХ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ПРОГНОЗЕ ОРУДЕНЕНИЯ ПО ЧИСЛЕННЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ РАЗУПЛОТНЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД В ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ

Почти четверть века назад издательство «Недра» выпустило книгу «Факторы локализации и прогноз оруденения», подготовленную коллективом авторов: В.Е.Бойцовым, В.О.Вальковым и А.А.Фроловым [1]. В книге подведены итоги созданию основ методологии локального геологического прогнозирования и намечены пути его дальнейшего развития за счёт расширения арсенала *количественных* методов исследований. Подчёркнуто, что для эффективного применения этих методов требуется соблюдение принципов *системного* подхода в проведении исследований (с.231): «Повышение достоверности локального количественного прогнозирования и оценки непосредственно связано с совершенствованием методологии прогноза – полным переходом его на системные позиции». Эти, предельно чёткие и ясные положения об особенностях исследования, иерархически развивающихся, природных процессов и объектов, имеют непреходящее значение для реконструкции *характеристик* тектонического нагружения земной коры, прогностическая информативность которых рассматривается в настоящей статье юбилейного (к 90-летию В.Е.Бойцова) сборника.

В работе на примере золоторудного месторождения Таловейс (Северо-Западная Карелии) представлены результаты структурно-кинематического метода реконструкций тектонических полей напряжений, позволившие проанализировать *численные* характеристики и, именно поэтому, – *детальные* особенности изменения механизмов деформирования земной коры, пространственно-временного взаимодействия процессов тектогенеза и рудогенеза, а также условий локализации руд. Результаты исследования позволили выделить и ранжировать участки месторождения по характеристикам синрудного разуплотнения горных пород, рекомендовать очередность его

геологоразведки и освоения.

В процессе работы проведена системная реконструкция *ранговых* (региональных и локальных) механизмов деформирования структуры золоторудного объекта Таловейс (С-З Карелия) с целью выделения перспективных участков на одной из его потенциально рудоносных площадей и выработки практических рекомендаций по ориентации сети поисковых скважин.

Структурно-кинематический метод реконструкции тектонических полей напряжений основан на закономерной причинно-следственной зависимости *ориентировок* и *направлений* сдвиговых смещений в горных породах от ориентации главных нормальных напряжений [9,10,11]. Результатом выполнения реконструкций (решения «обратных» задач) является численная информация о параметрах тектонических полей напряжений, наиболее объективно характеризующая изменчивость характеристик *кинематических* механизмов деформирования земной коры (сбросовых, сдвиговых, взбросовых, «комбинированных»). Эта информация сделала возможным прогноз локализации обстановок пространственно-временного взаимодействия процессов тектогенеза и рудогенеза в структуре исследуемых площадей [2–8].

На полевом (экспедиционном) этапе исследования были собраны данные об ориентации 1282 векторов сколовых тектонических смещений в 103 пунктах наблюдений, относительно равномерно распределенных по исследованной площади (рис. 1, верхний правый фрагмент) и «привязанных» к координатам топографической сети (рис. 2). На камеральном этапе по этой информации сначала были выполнены реконструкции региональных, а затем локальных механизмов деформирования земной коры. Такой порядок реконструкций обусловлен тем, что параметры механизмов регионального иерархического ранга являются критериями (краевыми условиями) для установления «относительного возраста», реконструируемых следующей процедурой, механизмов локального ранга – на основе проверки «кинематической однородности» локальных и региональных механизмов деформации земной коры [5].

Региональные механизмы процесса деформирования земной коры

Первая процедура состояла в реконструкции *последовательного* ряда фазового изменения условий деформирования земной коры, определявших временную смену (относительный возраст) параметров деформационного процесса регионального иерархического ранга. В результате реконструкции, проведенной по данным о единой выборочной совокупности направлений тектонических смещений ($\square\tau_n = 1282$), выявлено четыре, инверсионно сменяющих друг друга, фазовых механизма деформационного процесса. На нижнем фрагменте рис. 1 они показаны справа налево – от наиболее древней к наиболее молодой фазе процесса: от механизма сдвигового типа *D* к взбросовому *C*, далее опять к взбросовому *B* и, наконец, к наиболее молодому сдвиговому механизму *A*.

Из сравнения этих механизмов следует, что деформирование земной коры в пределах объекта происходило в условиях сохранения (стационарности) диагональной (СЗ-ЮВ и СВ-ЮЗ) ориентации двух, полого ориентированных (субгоризонтальных), главных осей тензора напряжений на всех четырех, последовательно сменяющих друг друга фазах деформационного процесса. При этом устанавливается явное соответствие СЗ-ЮВ ориентации одной из главных осей тензора напряжений (T_σ) простиранию линеаментов мегарегионального иерархического ранга, что подчеркивается простиранием береговых линий крупнейших озер Карелии и Финляндии. Простирание другой (СВ-ЮЗ) оси тензора соответствует простиранию береговых линий, менее крупных, Каменного и Заячьего озер в районе месторождения. Смотри верхние, соответственно, левый и правый фрагменты рис. 1. Устанавливаемое соответствие ориентации главных осей тензора T_σ генеральным направлениям «унаследованного» простирания границ новейших разномасштабных морфоструктур можно считать предварительным свидетельством достоверности выполненных реконструкций. Результаты дальнейшего сопоставления «кинематики» механизмов деформации с последовательностью тектонических событий, установленных в исследованном районе [12], подтверждают этот вывод.

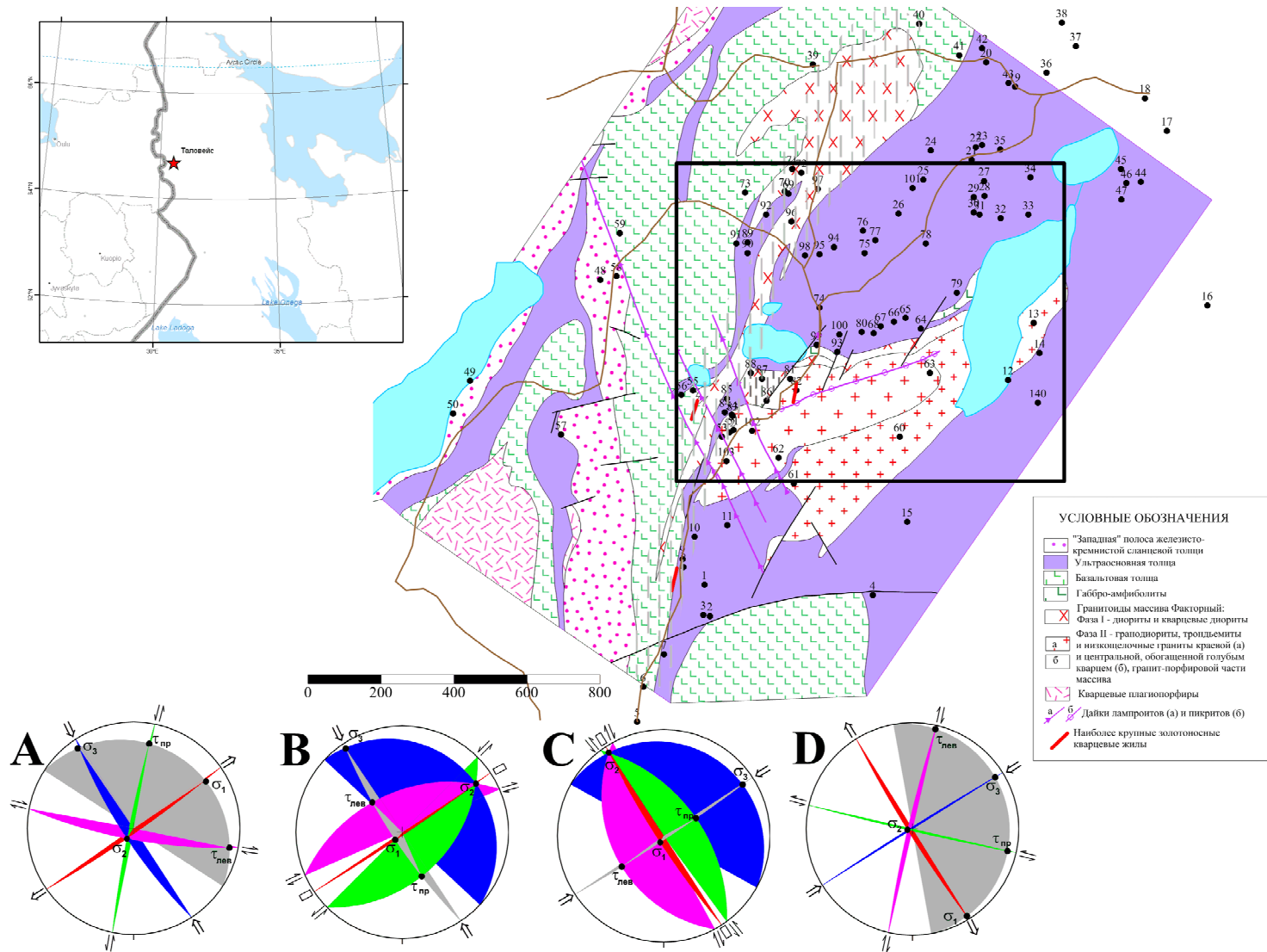
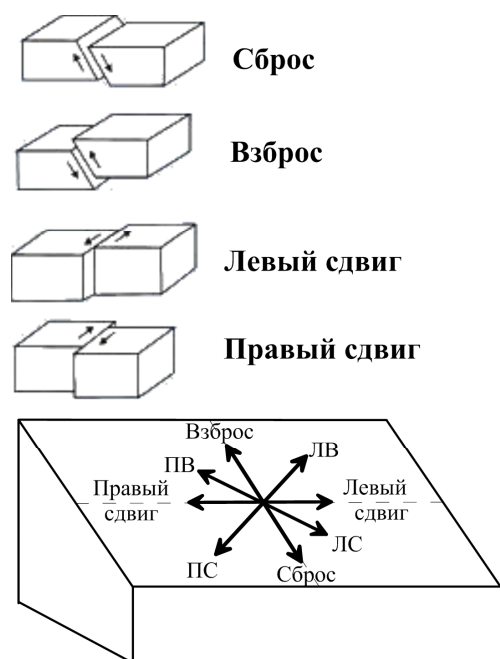


Рис. 1. Верхний левый фрагмент: географическое положение объекта исследования в С-З Карелии; Верхний правый фрагмент: схема геологического строения объекта (по В. Фурману, 2011 г.). Прямоугольным контуром на верхнем правом фрагменте обозначена граница площади, рассматриваемая на (рис.4); Нижний фрагмент: ориентация осей и плоскостей действия главных напряжений регионального ранга на последовательных фазах деформации А←В←С←D, показанная на верхней полусфере сетки Вульфа;



Taloveis 2010, t.n. 25
 30.34077,64.40409
 110,88,ps,6,b
 150,83,l?,4
 150,83,ls,38,b
 115,88,p?,36
 319,81,pw,10,b
 30,83,p?,48
 158,67,pw,16,b
 248,60,l?,50
 265,67,p?,4

Рис. 2. Пример записи полевой информации об ориентации и направлениях сколовых смещений в 3^x-мерном пространстве точки наблюдений №25. Первая строка: название объекта, год наблюдений, № точки. Вторая строка: географические координаты т.н.№25. Третья строка: Азимут 110° и угол 88° падения плоскости скольжения крыльев трещины скола, ps – правосбросовый тип смещения по трещине, 6° - угол наклона вектора смещения относительно горизонта, b – высокая надёжность измерения;

Развитие древней фазы деформационного процесса *D* (рис.1, нижний фрагмент), судя по величине коэффициента Лодэ–Надаи ($\mu_\epsilon = -0,16$), происходило в условиях разуплотнения структуры объекта. Наиболее вероятным событием было раскрытие границ структурно-вещественных неоднородностей объекта, ориентированных в соответствии с СВ-ЮЗ простиранием субвертикальной плоскости «растяжения» (см. рис. 1, нижний фрагмент, фаза *D*, σ_1). Другое событие – тектонические движения по границам структуры объекта, ориентированным в соответствии с С-СВ простиранием плоскости право-сдвиговых максимальных касательных напряжений (см. рис. 1, нижний фрагмент, фаза *D*, $\tau_m^{\text{прав}}$). С такой кинематикой согласуется процесс интрузии и формирования контактов Центрального и Факторного гранитоидных массивов с комплексом основных и ультраосновных горных пород.

Ведущим фактором процесса деформирования земной коры на

фазе *C* (см. рис.1, нижний фрагмент, фаза *C*) следует полагать особенности *переходного* режима изменения кинематики процесса, признаками которого являются смена кинематического типа механизма деформации от «сдвигового» на «взбросовый» и процесса разуплотнения структуры объекта на нарастающее, но далеко не максимальное, её уплотнение. Величина коэффициента Лодэ-Надаи здесь достигает значения $\mu_\varepsilon = +0,30$. Смена сдвигового механизма деформации на взбросовый определяет появление *важнейшего условия* для увеличения амплитуды вертикальных тектонических движений, контролируемого субвертикальной ориентацией оси «растяжения» σ_1 (см. рис. 1, нижний фрагмент, фаза *C*). Такая кинематика определяла возникновение локальных зон повышенной проницаемости структуры объекта, что явилось необходимым условием для развития процессов флюидо-массопереноса, метасоматоза и рудогенеза. С реализацией этого условия, по-видимому, следует связывать возникновение наибольшего числа обстановок рудогенеза на фазе *C*, которую авторы назвали Главной рудной фазой.

Деформирование земной коры на фазе *B* (см. рис.1, нижний фрагмент, фаза *B*) продолжало контролироваться взбросовым механизмом процесса и сопровождалось возрастающим уплотнением структуры объекта (коэффициент Лодэ-Надаи $\mu_\varepsilon = +0,49$). Другой важнейшей особенностью процесса деформации стала переориентация оси главного нормального напряжения «сжатия» (σ_3) с ЮЗ-румбов фазы *C* на ЮВ румбы фазы *B* (см. рис. 1, нижний фрагмент). По-видимому, и рост уплотнения структуры, и новая ориентация оси сжатия, всё вместе обусловило появление складок в структуре объекта. Наблюдения за простираемым крутопадающих осевых поверхностей складок, ориентированных по нормали к оси сжатия σ_3 , явно подтверждают достоверность выводов о кинематике условий деформации земной коры на фазе *B*.

На заключительной фазе *A* деформирование земной коры происходило в условиях действия сдвигового механизма процесса, но уже с другой (ортогональной по сравнению с фазой *D*) ориентацией главных напряжений σ_1 и σ_3 (см. рис. 1, нижний фрагмент, фаза *A*). По

величине коэффициента Лодэ–Надаи ($\mu_\varepsilon = +0,19$) можно судить о резком ослаблении процесса уплотнения структуры объекта. Поэтому важным событием заключительной фазы *A* стало внедрение наиболее «молодых» в структуре объекта даек лампроитов рифейского возраста [12], ориентированных в соответствии с элементами залегания реконструированной плоскости действия относительного «растяжения». Заметным событием заключительного процесса деформации, отмеченным многими исследователями Таловейса, явилось проявление левосдвиговых тектонических движений в полном соответствии с реконструированной плоскостью действия левосдвиговых максимальных касательных напряжений (см. рис. 1, нижний фрагмент, фаза *A*) по границе Центрального и Факторного массивов гранитоидов.

Установленная корреляция истории геолого-структурных событий в развитии золоторудного объекта [12] с последовательной сменой региональных механизмов $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$ деформирования земной коры свидетельствует о весьма вероятной достоверности выполненных реконструкций. Этот факт позволяет использовать характеристики о региональных механизмах процесса для процедуры временной сепарации (определения относительного возраста) локальных механизмов деформирования земной коры. Данная процедура заключается в проверке кинематической сопряженности (однородности) локальных и региональных механизмов процесса по соответствию характеристик локальных механизмов характеристикам краевых условий развития параметров региональных фаз *D*, *C*, *B*, *A* деформационного процесса [5].

Локальные механизмы процесса деформирования земной коры

Исходя из новой задачи, информация о 1282 векторах тектонических смещений была преобразована методом «скользящего окна» во множество локальных выборочных совокупностей, формирующих пространственную сеть исходных данных. Параметры сети были приняты, исходя из *средней* плотности распределения полевой информации на изучаемой площади. Результаты

реконструкций узлов регулярной сети после процедуры их *временной* сепарации стали фактической основой для построения *фазовых* D, C, B, A планов пространственной и временной изменчивости локальных условий развития деформационного процесса в геологической структуре объекта.

При сравнении числа локальных механизмов деформации на разных фазах деформационного процесса установлена определенная их дифференциация во временном ряду $D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$. Условия деформации земной коры на наиболее древних фазах D и C охарактеризованы равными числами данных – 138 локальными механизмами процесса для каждой. На «средней» по возрасту фазе B – 64^{мя} механизмами процесса. На наиболее «молодой» фазе A – 160 механизмами. Сравнивая число механизмов деформации в ряду фаз ($138 \rightarrow 138 \rightarrow 64 \rightarrow 160$) с рядом значений коэффициента Лодэ–Надаи μ_ϵ для фаз деформации регионального ранга ($-0,16 \rightarrow +0,30 \rightarrow +0,49 \rightarrow +0,19$), отметим обратное соотношение экстремумов характеристик этих рядов в фазе деформации B : минимальному числу локальных механизмов деформации (64) соответствует максимальное значение коэффициента Лодэ–Надаи ($\mu_\epsilon = +0,49$). Вероятно, данное соотношение следует связывать с *закономерным* сопряжением условий максимального уплотнения и минимальной тектонической подвижности структуры объекта исследований в результате действия взбросового механизма деформации. И, наоборот, максимальное число механизмов, характеризующих условия деформации объекта на фазе A (160), скорее, следует связывать с резким разуплотнением структуры объекта ($\mu_\epsilon = +0,19$) и, соответственно, увеличением степени ее тектонической подвижности, а также с лучшей сохранностью векторов тектонических смещений, возникших в фазу действия «самого молодого» сдвигового механизма деформации.

Анализ пространственной изменчивости локальных условий деформирования земной коры проведен на примере Главной рудной фазы C , на которой наиболее четко проявилось действие рудолокализирующих механизмов деформации. Рассмотрена

информация об ориентации осей главных нормальных напряжений локального ранга ($\sigma_1^{\text{ЛОК}}$, $\sigma_2^{\text{ЛОК}}$, $\sigma_3^{\text{ЛОК}}$) (рис.3) и осей-плоскостей действия главных напряжений (σ_1 , σ_2 , σ_3 , $\tau_m^{\text{лев}}$, $\tau_m^{\text{прав}}$) регионального ранга (рис.1, нижний фрагмент, фаза С). Первая представлена тремя, облаками («множествами») стрелок различной ориентации; вторая – круговой синоптической диаграммой. Из сопоставления этих материалов следует, что наиболее устойчивыми азимутальными направлениями характеризуются оси сжатия $\sigma_3^{\text{ЛОК}}$ и промежуточного напряжения $\sigma_2^{\text{ЛОК}}$ локального ранга, в целом близкие к ориентации соответствующих осей регионального ранга; азимутальные же направления осей растяжения $\sigma_1^{\text{ЛОК}}$ локального ранга менее устойчивы и ориентируются по довольно разнообразным румбам.



Рис. 3. Главная рудная фаза деформаций С: ориентация осей главных нормальных напряжений σ_1 , σ_2 и σ_3 локального ранга;

Это означает, что развитие локальных механизмов деформации на Главной рудной фазе С происходило в условиях относительно небольшого регионального сжатия (уплотнения структуры объекта) со значением величины коэффициента Лодэ-Надаи регионального ранга $\mu_\epsilon^{\text{рег}} = +0,30$. Согласованность кинематики механизмов деформации локального и регионального рангов является, по-видимому, существенным аргументом в пользу достоверности не только выполненных реконструкций, но и вывода о реальном взаимодействии региональных и локальных условий тектонического нагружения объекта на синрудной фазе его деформирования.

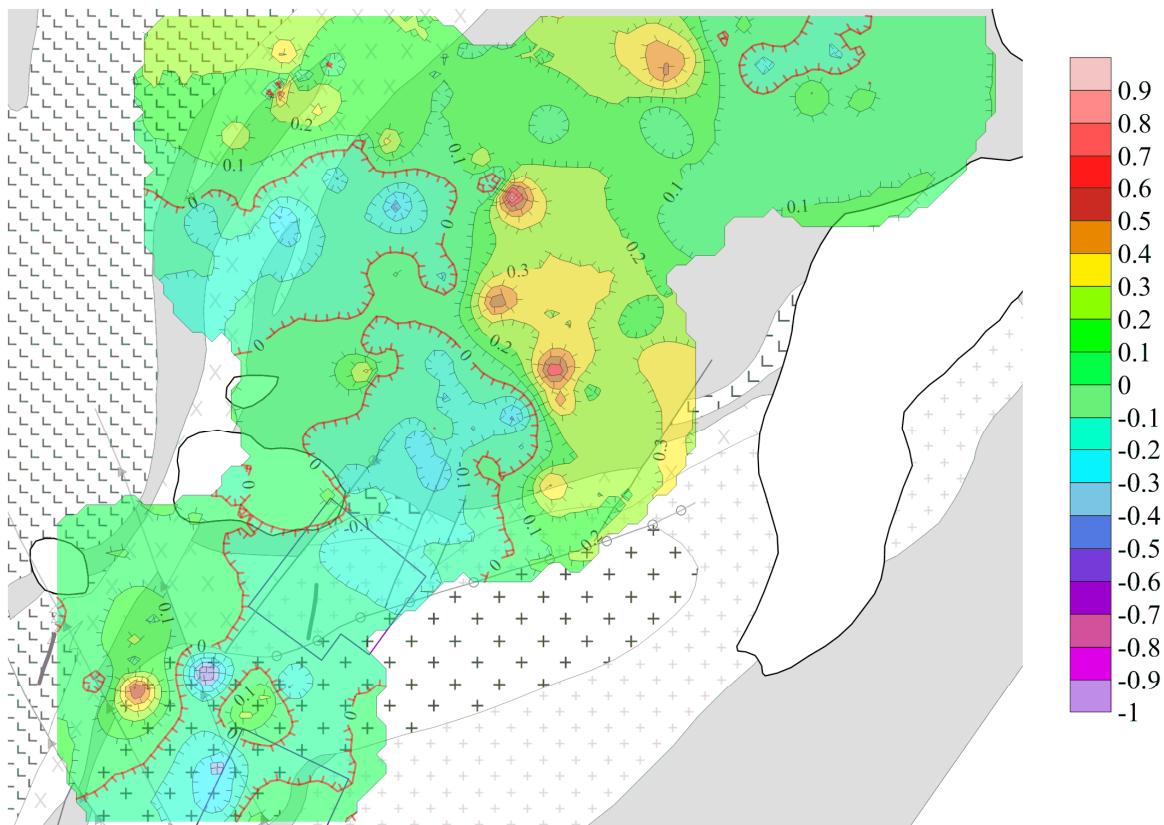
Информация об изменчивости значений коэффициента Лодэ-Надаи ($-1 \leq \mu_\epsilon^{\text{ЛОК}} \leq +1$) в структуре месторождения на Главной рудной

фазе *C* свидетельствует о большом диапазоне его положительных и отрицательных значений, что свидетельствует о разнообразии *локальных* синрудных условий уплотнения и разуплотнения структуры месторождения (рис.4, А). При этом имеет место не только дискретно-зональное и направленное развитие данных условий, но и их дифференциация в структуре объекта. Так, условиями локального разуплотнения структуры определялось его развитие преимущественно на ЮЗ фланге объекта, а локальное уплотнение структуры объекта установлено на его СВ фланге. В целом для зон локального разуплотнения и уплотнения присущи два генеральных направления их простирания: СВ-ЮЗ и ССЗ-ЮЮВ, согласующихся с простиранием плоскостей действия, соответственно, промежуточного напряжения $\sigma_2^{\text{рег}}$ и максимального сжатия $\sigma_3^{\text{рег}}$ регионального иерархического ранга (рис.1, нижний фрагмент, фаза *C*).

Факт пространственно-временного сопряжения кинематических параметров механизмов локального и регионального рангов свидетельствует, по всей вероятности, об его объективной реальности, что можно считать достаточным аргументом для выводов о *генетической* связи процесса синрудного разуплотнения объекта с кинематикой механизмов деформации локального и регионального рангов на фазе *C* и о прогностическом значении параметра $\pm\mu_\epsilon^{\text{лок}}$.

Информация об изменчивости условий «вертикального» уплотнения-разуплотнения $\pm\Delta Z^{\text{лок}}$ в пределах объекта на фазе *C* показывает (рис. 4, Б), что этот параметр, как и значения коэффициента Лодэ–Надаи $\pm\mu_\epsilon^{\text{лок}}$, характеризуется, во-первых, большим диапазоном отрицательных и положительных значений вертикального уплотнения и разуплотнения, во-вторых, дискретно-зональной формой распределения в структуре объекта. Точно так же СВ фланг объекта характеризуется преимущественно условиями вертикального уплотнения ($-\Delta Z^{\text{лок}}$) его деформационной структуры. При этом простирания границ между зонами вертикального уплотнения ($-\Delta Z^{\text{лок}}$) и разуплотнения ($+\Delta Z^{\text{лок}}$), в отличие от зон с различными значениями величины коэффициента Лодэ–Надаи $\pm\mu_\epsilon^{\text{лок}}$, явно согласуются как с простиранием плоскости растяжения $\sigma_1^{\text{рег}}$ регионального механизма деформации (рис.1, нижний

А. Распределение параметра μ_{ε}



В. Распределение параметра dZ

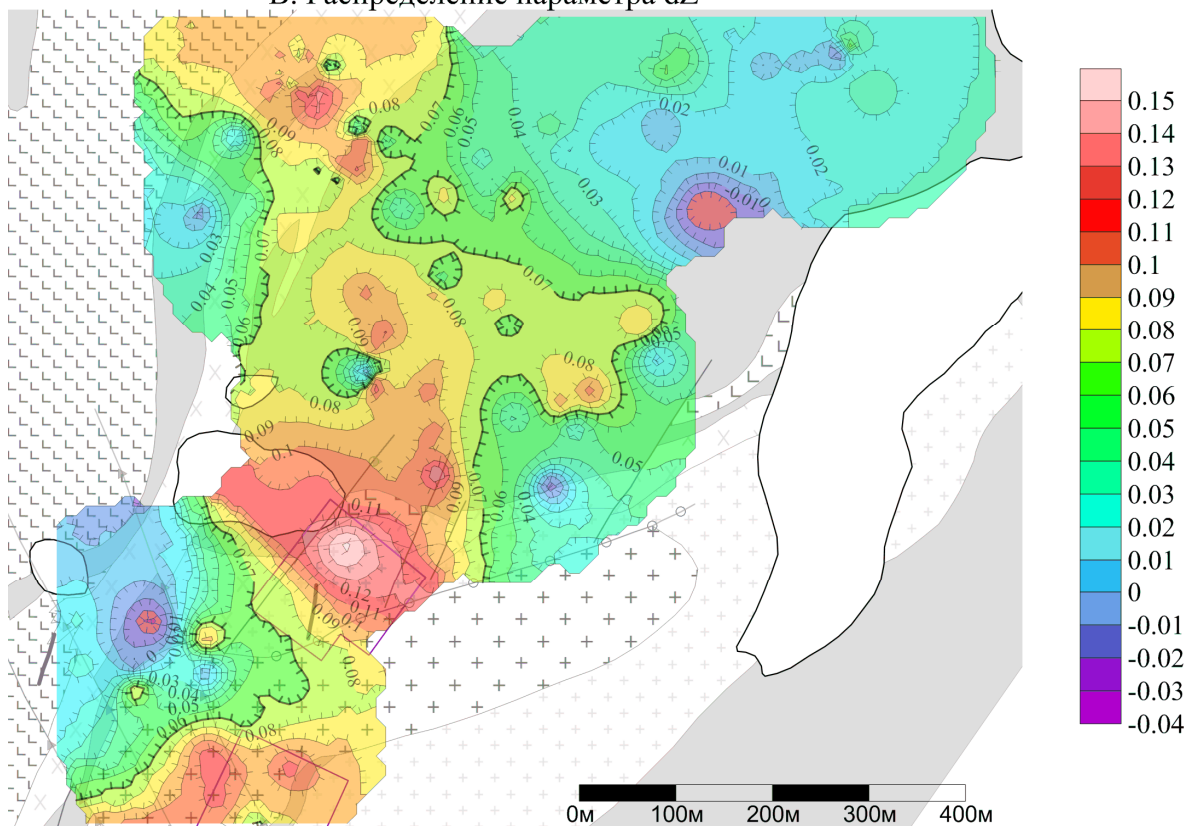


Рис. 4. изменчивость значений: А - коэффициента Лодэ–Надаи (μ_{ε}); Б - параметра вертикального уплотнения-разуплотнения ($\pm dZ$) на фазе деформации С.

фрагмент, фаза С) так и с изменчивостью простирания *продуктивной* зоны контакта между комплексами ультрабазитов и гранитоидов.

Выделение перспективных участков месторождения Таловейс

Проведенный анализ позволил установить, что за время реализации Главной рудной фазы С цикла деформации в структуре месторождения было сформировано семь участков с оптимальным сочетанием *рудолокализирующих условий*, численные характеристики которых соответствуют выявленным для обстановок рудогенеза [5]. За время проявления фаз деформации В и D были сформированы один перспективный участок на фазе В и два – на фазе D (рис. 5, левая схема). На этом фрагменте различной штриховкой показаны ареалы проявления условий разуплотнения деформационной структуры объекта, благоприятные для развития процессов флюидо-массопереноса, метасоматоза и рудогенеза на соответствующих фазах D, С, В. Кругами красного и синего цвета показаны участки с оптимальным сочетанием условий деформации для формирования обстановок рудогенеза ($\Delta Z > 0,09$; $-0,3 < \mu_\epsilon < 0$). Красным цветом обозначены наиболее надежные участки, синим – менее надежные. Оранжевым и голубым цветом обозначены участки с еще менее надежным сочетанием условий деформации, контролировавших формирование обстановок рудогенеза ($0,06 < \Delta Z < 0,09$; $-0,3 < \mu_\epsilon < 0$). Такая дробная градация степени надежности выделения участков обусловлена практической потребностью определения критериев очередности выполнения поисково-оценочных работ.

Анализ простирания границ ареалов свидетельствует об их преимущественно широтной и меридиональной ориентации. В связи с этим рекомендованы диагональная (СВ-ЮЗ; СЗ-ЮВ) ориентация стволов наклонных поисковых скважин, а также точки заложения кустов скважин, исходя, в первую очередь, из необходимости их расположения между участками оптимального сочетания рудолокализирующих условий деформации земной коры (обозначены красными кругами).

Схема распределения литохимических аномалий золота (в усл. ед.) на Центральном участке месторождения Таловейс составлена в

ИМГРЭ (см. рис. 5, правая схема). Из этой схемы следует, что распределение металла в структуре объекта определяется преимущественно ортогональным (меридиональным и широтным) простиранием границ его аномалий. Данный вывод полностью согласуется с выводом из результатов тектонофизического анализа рудолокализирующих условий деформационного процесса. Таким образом, в результате проведённого исследования можно сделать вывод, о том, что закономерное изменение величин общего ($\pm\mu_{\varepsilon}^{\text{ЛОК}}$) и вертикального ($\pm\Delta Z^{\text{ЛОК}}$) уплотнения-разуплотнения горных пород, детально прослеженное в структуре месторождения и контролирующее распределение продуктивной минерализации, по-видимому, следует считать доказательством не только объективной достоверности выполненных реконструкций, но и прогностической информативности параметров ($\pm\mu_{\varepsilon}$) и ($\pm\Delta Z$).

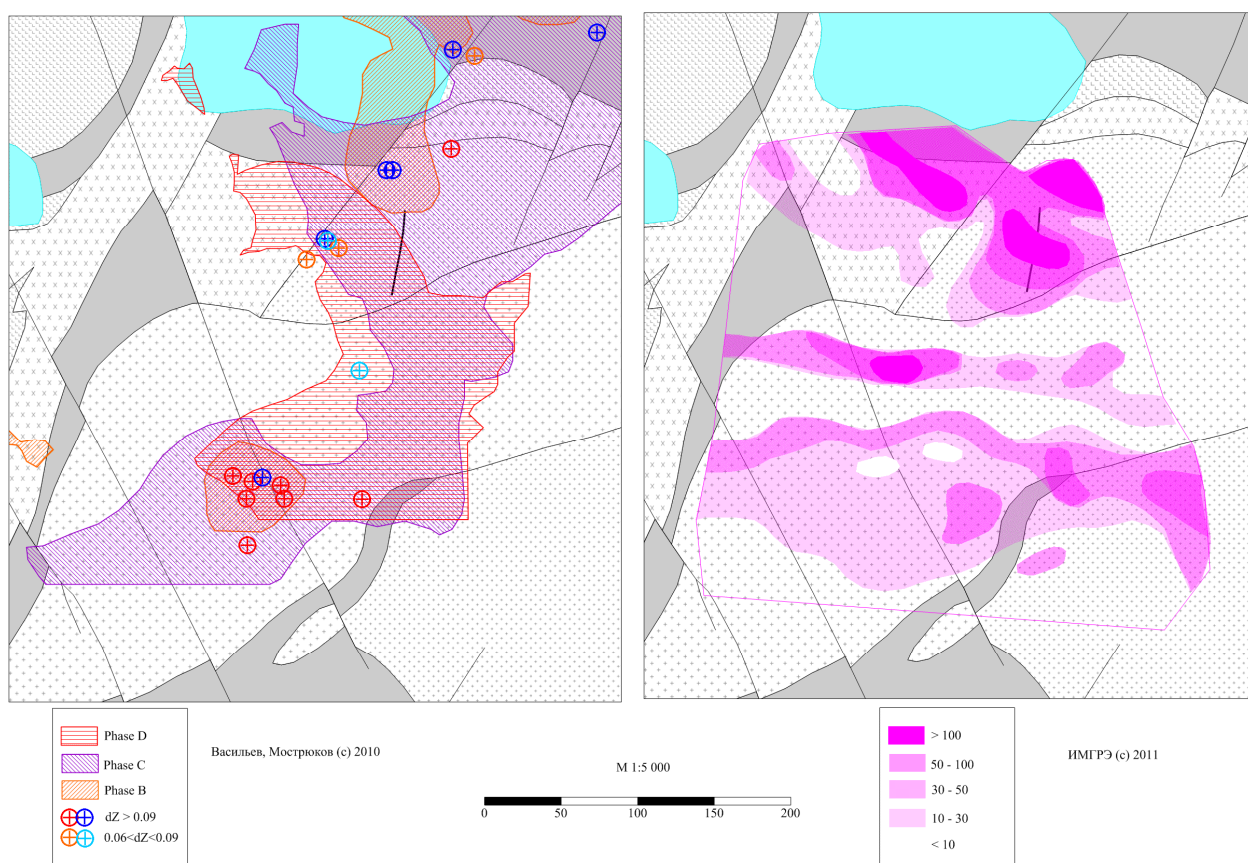


Рис. 5. Схемы локализации перспективных участков и литохимических аномалий золота на одной из площадей месторождения Таловейс (к Ю от оз. Заячье).

Кроме того, результаты исследований на золоторудном месторождении Таловейс позволили ранжировать его площади по степени перспективности и, соответственно, очередности проведения геологической разведки и освоения месторождения, подтвердив одновременно эффективность структурно-кинематического анализа условий деформирования земной коры как метода выделения обстановок пространственно-временного взаимодействия процессов тектогенеза и рудогенеза. Достоверность полученных данных заверена результатами литохимической съемки и поискового бурения скважин.

Наконец, результаты исследований позволяют сделать, также, вывод о том, что применение фазово-циклической модели для анализа условий развития процесса тектонических деформаций в земной коре [6] обеспечивает информативность исследования не только фанерозойских, так и докембрийских этапов тектонического развития Земли.

В заключение отметим, что предварительные результаты наших исследований в полевой сезон 2014 года в Тарынской рудно-россыпной зоны вполне согласуются с выводами, сделанными в настоящей статье по Таловейскому месторождению.

Литература

1. Бойцов В.Е., Вальков В.О., Фролов А.А. Факторы локализации и прогноз оруденения // М., Недра, 1991, 234с.
2. Васильев Н.Ю., Корчемагин В.А., Костенко Н.П., Мострюков А. О., Никольская Н. Е., Сим Л. А. Этапы и стадии тектонического нагружения в эволюционном развитии массива габбро-пироксенит-дунитовой формации // Тектоника, геодинамика и процессы магматизма и метаморфизма: матер. XXXII тектонич. совещ. – М.: ГЕОС, 1999. Т. 1. С. 121–123.
3. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Тектонофизическая реконструкция условий размещения благородных металлов в дунитах расслоенного массива // М. В. Гзовский и развитие тектонофизики. – М.: Наука, 2000. Т. 1. С. 281–295.
4. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Закономерности развития циклов деформации в процессах тектогенеза // Тектоника неогей: общие и региональные аспекты: матер. XXXIV тектонич. совещ. – М.: ГЕОС, 2001. Т. 1. С. 90–93.

5. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Особенности рудолокализирующих условий деформации геологической среды в характеристиках тектонических полей напряжений // Фундаментальные проблемы геотектоники: матер. XL тектонич. совещ. – М. : ГЕОС, 2007. Т. 1 . С. 126–130.

6. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О. Критерии прогноза обстановок рудогенеза в структуре тектонического поля напряжений (на примере кварц-золоторудного проявления докембрийского возраста). // X Междунар. конф. «Новые идеи в науках о Земле»: Докл. – М. : РГГРУ. Экстра-принт. 2011. Т. 1. С. 185.

7. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., Сунцов В.А. Условия тектонического нагружения и прогноз перспективных участков месторождения Таловейс //Геология и полезные ископаемые Карелии. Вып.15. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. С.77-93.

8. Васильев Н.Ю., Мострюков А.О., Сунцов В.А. Выделение перспективных участков золоторудного месторождения Таловейс (С-3 Карелия) по реконструкциям тектонических напряжений // М., Горный журнал, 2013, №10, С.19-25

9. Гущенко О.И. Анализ ориентировок сколовых тектонических смещений и их тектонофизическая интерпретация при реконструкции палеонапряжений // Докл. АН СССР. 1973. Т. 210, № 2. С. 331–334.

10. Гущенко О.И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. – М.: Наука, 1979. С.7–25.

11. Гущенко О.И. Кинематический принцип относительной геохронологии палеонапряжений (основной алгоритм тектонического стресс-мониторинга) // Теоретические и региональные проблемы геодинамики. Тр. ГИН РАН. Вып.515. – М.: Наука, 1999. С. 108–125.

12. Кулешевич Л.В., Фурман В.Н. Золоторудное месторождение Таловейс в Костомукшской докембрийской зеленокаменной структуре (Карелия) // Геология рудных месторождений, 2009, том 51, № 1. С. 58–76.

*Е.С. Никитина, кандидат геол.-мин. наук,
Д.А. Прохоров, аспирант (ФГУП «ВИМС»)*

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ УРАНОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КОРЕТКОНДИНСКОЕ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ОРУДЕНЕНИЯ, МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ РУД И РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД (ВИТИМСКИЙ УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН)*

Введение

Урановое месторождение Коретконде экзогенно-эпигенетического «палеодолинного» типа, открытое в 1981 г. геологоразведочной партией №130 Сосновгеология, расположено в Витимском урановорудном районе в пределах Хиагдинского рудного поля (рис. 1). Урановое оруденение локализовано в проницаемых отложениях, выполняющих субмеридионально ориентированные палеораспадки (Кореткондинский-1,2,3,4), расчленяющие северный склон Байсыханского грядово-холмистого поднятия. Устьевая часть палеораспадок открывается в широкую Аталангинскую межгрядовую аллювиальную равнину, расположенную между Байсыханской и Центральной палеогрядами. Ранее проведенными работами специалистами Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Н.М.Федоровского (ВИМС) было установлено, что палеораспадки выполнены неогеновыми отложениями, разделяющимися на *осадочную* (нижнюю, N_{1dz1}), *вулканогенно-осадочную* (среднюю, N_{1dz2}) и *вулканогенную* (верхнюю, плато-базальты) литогенетические ассоциации (пачки или подсвиты) джилиндинской свиты (N_{1dz}). Месторождение представлено четырьмя рудными залежами лентообразной формы протяженностью от 3 до 4,5 км, при ширине от 0,2 до 1,0 км и мощности до 12-15 м. Оруденение локализуется в базальных частях разреза, преимущественно в тальвегах палеораспадок.

* Опубликовано в журнале «Вестник Московского университета. Серия «Геология». 2012. №6. С. 43-49»

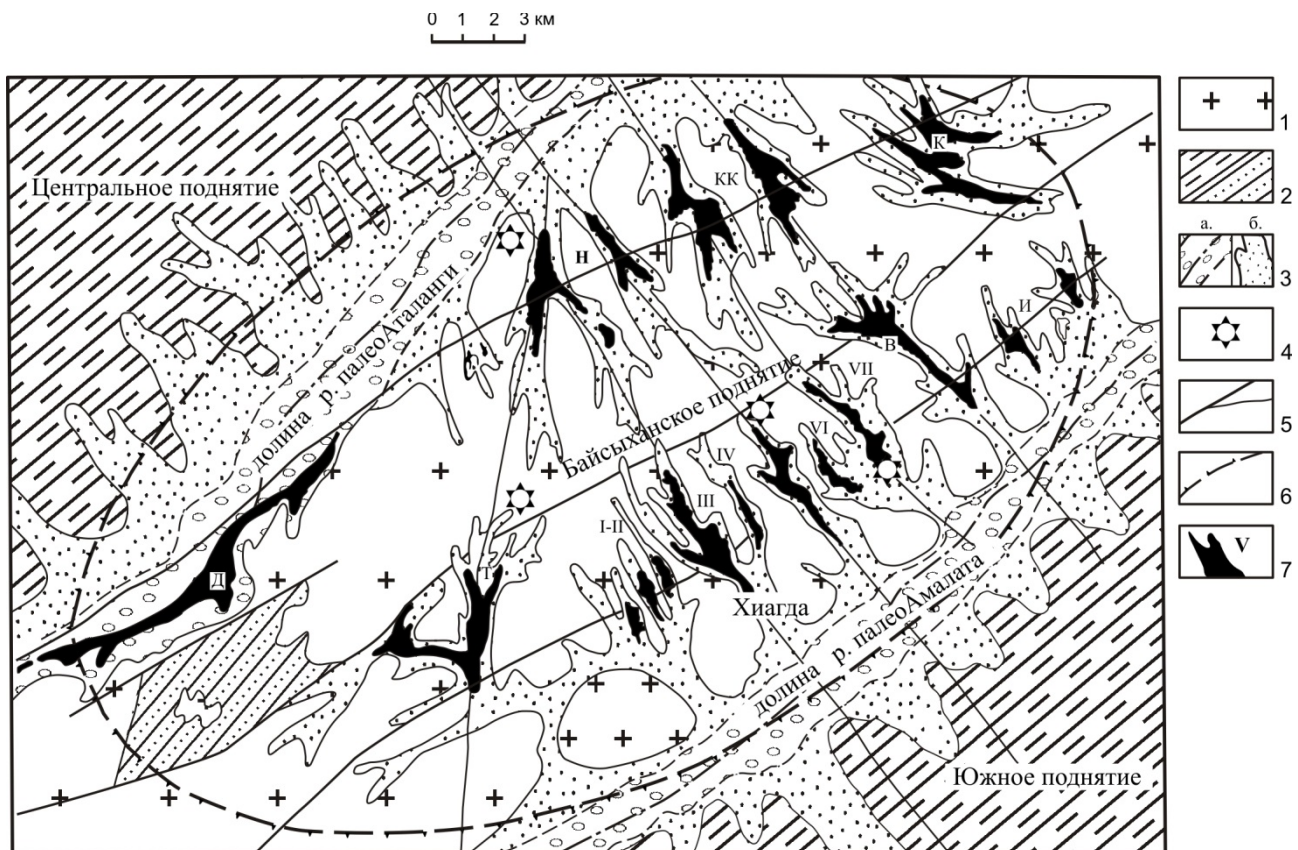


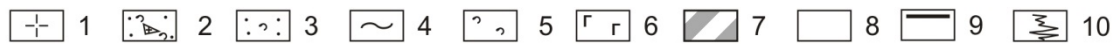
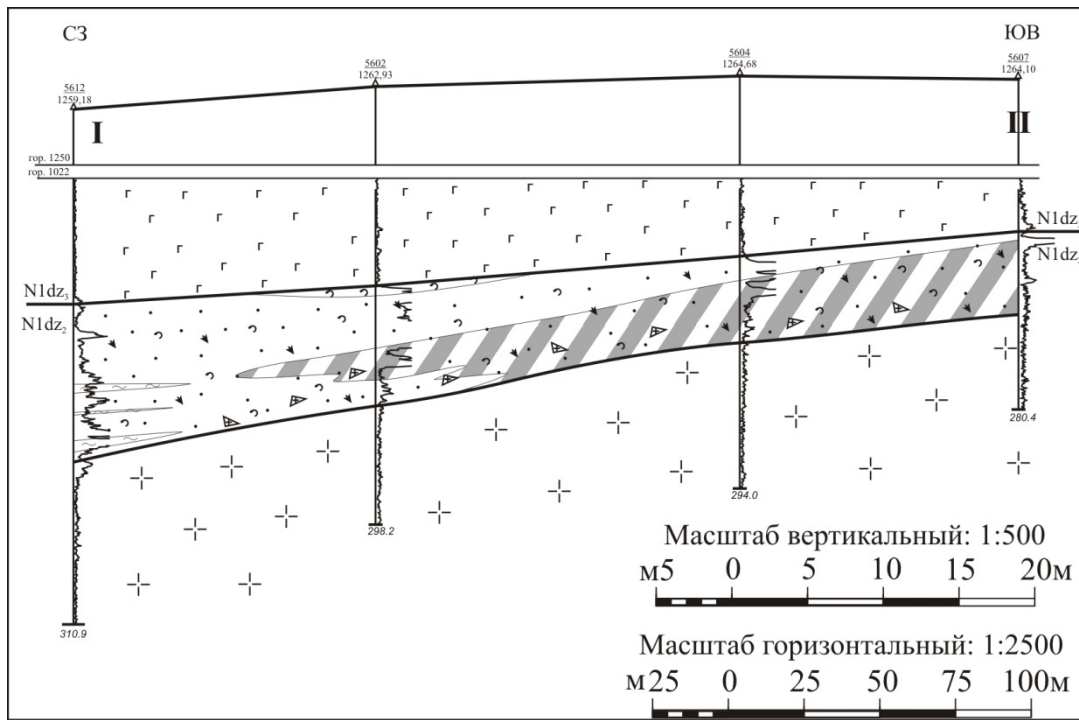
Рис. 1. Структурная схема Хиагдинского рудного поля со снятым покровом кайнозойских базальтов

1 – гранитоиды фундамента Pz₂₋₃; 2 – кристаллические сланцы, метапесчаники PR₃-Pz₁; 3 – погребенные неогеновые палеодолины: а – стволые, б – боковые притоки; 4 – неогеновые вулканические аппараты; 5 – разрывные нарушения; 6 – контур Байсыханского сводового поднятия; 7 – рудные залежи месторождений: I-VII – Хиагда, Д – Дыбрын, К-К – Коретконде, Н – Намару, Т – Тетрах, И – Источное, К – Количикан. (Карта составлена сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института минерального сырья им. Н.М. Федоровского и геологоразведочной партии №130 «Сосновгеология»)

Литолого-фациальные особенности строения рудовмещающих отложений палеораспадов Кореткондинский-3, За

Продуктивные отложения представлены *делювиально-овражными* отложениями палеораспадов общей мощностью 5-33м, залегающими на коре выветривания по породам фундамента (рис. 2).

В профиле коры выветривания, развитой по гранитоидам, гранитизированным гнейсам и гранодиоритам специализированным на уран выделяются (снизу вверх): зона дезинтеграции мощностью более 10-20м и зона глинистых пород мощностью 4-15м, окрашенные в зеленый и желто-охристый цвет.



Условные обозначения

Литология

- глина с примесью песчаного материала
- алеврито-глинистая порода с примесью песчаного и гравийного материала
- плохо сортированные глинистые алеврито-песчаные породы
- несортированная глинистая алеврито-песчаная порода - хлидолит
- зона дезинтеграции
- дайка сероцветных мелкозернистых пород
- базальт
- щебень гранитов
- пирокластический материал
- гидроксиды железа
- углефицированные растительные обломки

Цвет

- темно-серый
- серый
- светло-серый
- зеленоватый с серым оттенком
- белый
- желтый
- белый с пятнами желтого
- серый с пятнами желтого

Геофизическая характеристика

- кривая КС
- кривая КМ
- кривая ГК
- кривая КМВ
- кривая КС_1
- кривая ГК_1

Рис. 2. Продольный геологический разрез через палеораспадок Корткондинский-3 по линии I-II

1- Витимканский гранитоидный комплекс ($\gamma P \square 1v$); теригенные отложения вулканогенно-осадочной пачки Джилиндинской свиты (N1dz2) выполняющие палеораспадки; 2 - хлидолиты с прослоями песков и примесью пепла; 3 - пески с линзами глин, с пепловым материалом, прослоями туфов и туфитов; 4 - алеврито-глинистые отложения с линзами песков; 5 - туфы, туфиты, примесь вулканического материала; 6 - покровы базальтов; цветовые типы разрезов: 7 - сочетание сероцветного, белого и желтоцветного, 8 - сероцветный; 9 - стратиграфические границы; 10 - гамма-каротаж

Рудовмещающие отложения в изученных палеораспадках представлены лишь вулканогенно-осадочной пачкой, залегают на желтоцветной и зеленоцветной глинистой коре выветривания и частично сформированы за счет ее размыва. На склонах распадков залегают несортированные делювиальные дресвяно-песчано-алеврито-глинистые (хлидолиты) и щебнисто-дресвяные отложения мощностью 3-13,5м охристого и зеленовато-охристого цвета с примесью пеплового материала и мелких обломков базальтов. Щебень и дресва представлены обломками гранитов, гранитизированных гнейсов и гранодиоритов, песчаный материал, главным образом, полевым шпатом и кварцем, глинистый цемент – монтмориллонитом, гидрослюдой и каолинитом. В верхних частях первично желтоцветных делювиальных (возможно, частично эпигенетически окисленных) хлидолитов и щебнисто-дресвяных отложений развиты белесые породы, окраска которых обусловлена процессом вторичного восстановления гидроксидов железа глеевыми водами. Выше по разрезу залегают отложения склоновых и тальвеговых палеораспадков, представленные разномерными сероцветными полевошпат-кварцевыми песками, алеврито-глинистыми породами с углефицированными растительными остатками, с большим количеством пепла и мелких обломков базальтов, а также, преимущественно в верхних частях разреза, туфами и туфопесчаниками мощностью 10-20м. Наиболее широко в разрезе распространены сероцветные породы, обогащенные углефицированными растительными остатками и характеризующиеся высокой восстанавливающей способностью. Базальты, залегающие на проницаемых отложениях, зачастую изменены до глинистого состояния, а пески содержат значительное количество монтмориллонита за счет разложения пеплового материала.

Вулканогенно-осадочная пачка перекрывается многочисленными покровами массивных, пористых базальтов и их шлаков верхней вулканогенной пачки, образующих Витимское (Амалатское) плато базальтов.

Эпигенетические изменения и закономерности локализации уранового оруденения

В изученном профиле оруденение вскрыто в отложениях и вулканогенно-осадочной пачки. В плане в изученных палеораспадках картируется смена литологических разностей пород, обладающих определенными цветовыми окрасками, образуя подковообразную форму. Благодаря своим геохимическим особенностям подобная зональность способствует локализации уранового оруденения. В верховьях и около бортов распадков развиты первично желтоцветные хлидолиты в виде подковообразной в плане зоны (рис. 3). В направлении к центральной части распадков они сменяются зоной белых вторично восстановленных пород с реликтами желтоцветов, затем зоной белых пород и далее – первично сероцветными отложениями. Аналогичная зональность отмечается и в разрезе. Предполагается, что желтоцветная зона окисления наращивает зону первично желтоцветных делювиальных осадков в направлении движения кислородных вод, но в настоящее время она вторично восстановлена и представлена белесыми породами. Нередко эти зоны характеризуются наличием аномальных концентраций урана за счет его сорбции на гидроксидах железа. Оруденение локализуется в сероцветных отложениях, обогащенных углефицированными растительными остатками, определяющих высокую восстанавливающую способность осадков на границе выклинивания белесых, вторично восстановленных пород. В ряде случаев оруденение незначительно смещается в белесые породы, но, как правило, оно характеризуется непромышленными содержаниями и мощностью и эти запасы относятся к забалансовым. Промышленное оруденение концентрируется в верхней и средней части разреза осадочной толщи в центральной части распадков и выклинивается в направлении от верховьев к их устью, что обусловлено направлением движения рудоформирующих урансодержащих кислородных грунтово-пластовых вод от верховьев и бортов распадков к устью.

Маломощные интервалы с повышенными содержаниями урана иногда встречаются в отложениях вулканогенно-осадочной пачки непосредственно под базальтами и в базальтах, преобразованными

гипергенными процессами. Эти концентрации урана относятся к непромышленным и связаны, по-видимому, с формированием зоны поверхностно-грунтового окисления, развивавшейся по нижнему покрову базальтов и в верхней части разреза осадков.

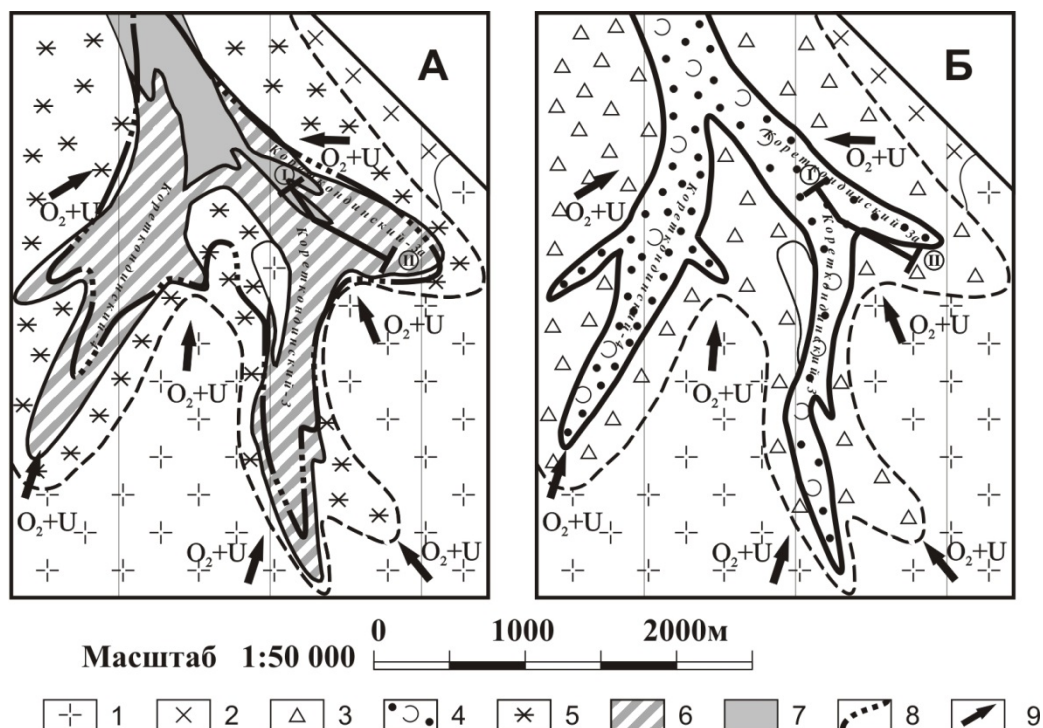


Рис. 3. Карты закономерностей локализации оруденения в геохимических (А) и литолого-фациальных (Б) зонах в палеораспадах Кореткондинский-3, 3а, 4
 1- Витимканский гранитоидный комплекс ($\gamma P \square 1v$); 2 - гранитоиды баргузинского гранитоидного комплекса ($\gamma PR 2b$); теригенные отложения Джилиндинской свиты (N1dz) выполняющие палеораспадки: 3 - хлидолиты с прослоями песков; 4 - пески с примесью вулканогенного материала с линзовидными прослоями глин; геохимические типы разрезов: 5 - желтоцветный, охристый; 6 - сочетание сероцветного и белоцветного; 7 - сероцветный; 8 - контур локализации оруденения; 9 - направление движения ураноносных кислородных вод

Локальными рудоконтролирующими факторами на месторождении являются литологический и минералогический. Литологический фактор выражен в концентрации наиболее богатого оруденения в более тонкозернистых, преимущественно глинистых породах, что обусловлено максимальной концентрацией в них сингенетических восстановителей (углефицированных растительных остатков), а также более длительным контактом урансодержащих вод с породой при их более медленном

просачивании в хуже проницаемых, по сравнению с песками, породах.

Минералогический фактор выражен в концентрации урана в интервалах, обогащенных пепловым материалом и в участках разреза, обогащенных органосмектитом. Интервалы, обогащенные пепловым материалом (по данным петрографического исследования, Г.А.Тарханова – ВИМС), представлены глинистыми, существенно монтмориллонитовыми титан содержащими породами, образовавшимися за счет разложения пепла на стадии сингенеза и раннего диагенеза. Лейкоксенизированные титанаты и монтмориллонит отличаются высокой сорбционной способностью, поэтому концентрация урана в подобных «глинизированных» породах объясняется их высокой сорбционной способностью и литологическим фактором.

Органосмектиты сформировались, по нашему мнению, во время вулканической деятельности одновременно с образованием вулканогенно-осадочной и вулканогенной пачек за счет воздействия на осадки восходящих поствулканических фумарол. Смектит, основой которого, по данным РКФА (исследователи Г.К. Кривоконева, Ю.Н. Шувалова - ВИМС), является монтмориллонит, псевдоморфно замещал, иногда целиком, углефицированные растительные остатки, в результате чего образовался минеральный агрегат бурого цвета, характеризующийся резко повышенными сорбционными и восстанавливающими свойствами. По данным петрографических исследований установлено, что он нередко полностью слагает цемент проницаемых пород и часто содержит мельчайшие включения пирита.

Геохимическая характеристика руд и рудовмещающих пород

Рудовмещающие отложения сформировались за счет отложений коры выветривания по породам фундамента и в вулканогенно-осадочной пачке содержат значительное количество вулканогенного материала, что определяет специфику их геохимического спектра. В зеленоцветной (нижней) зоне коры выветривания по гранитоидам, по сравнению с желтоцветной (верхней), примерно в 2 раза выше содержания MnO – 0,09%, CaO – 2,63%, TiO_2 – 1%, Fe_2O_3 – 8%, что, по-видимому, можно объяснить их выщелачиванием из верхней зоны коры. Повышенное в два

раза содержание MgO – 2,2% в зеленоцветной зоне объясняется наличием хлорита, а чуть повышенное – K_2O – 3,08% в верхней зоне – преобладанием гидрослюд и каолинита с монтмориллонитом. То есть на месторождении в вертикальном разрезе коры выветривания фиксируется ее классический профиль, в котором в нижней части преобладают хлорит-гидрослюдистые изменения, в средней – гидрослюдисто-монтмориллонитовые, в верхней – монтмориллонит-каолинитовые. Несмотря на то, что в верхней части разреза содержания Fe_2O_3 ниже (5,8%), она имеет желтоцветную окраску за счет меньшего количества хлорита, а в нижней зоне он определяет цвет породы, несмотря на присутствие большого количества гидроксидов железа. Ранее установлено, что граниты фундамента специализированы на уран и содержат его, в среднем, порядка $6,5-7,5 \cdot 10^{-4}\%$. Содержания U в верхней (желтоцветной) зоне на порядок выше, чем в нижней и достигает 0,03% (при среднем – 0,002%). Это может быть связано либо с его сорбцией на гидроксидах железа и концентрацией в процессе формирования коры выветривания в условиях отсутствия направленного латерального движения водного потока, либо сорбцией на гидроксидах железа при инфильтрации кислород- и урансодержащих грунтово-пластовых вод через осадки и верхнюю часть коры выветривания. Таким образом, эпоха корообразования является важным рудоподготовительным этапом, во время которого значительные массы урана были переведены из аксессуариев в легкоподвижную форму и сконцентрировались в породах коры выветривания.

Базальты вулканогенно-осадочной пачки по петрохимическому составу относятся к щелочным оливинным базальтам, характеризующимся по данным рентгеноспектрального анализа повышенными содержаниями Al_2O_3 – 17,18%, SiO_2 – 52,2%, S – 0,12%, Fe_2O_3 – 10,7%, TiO_2 – 2,74%, низкими содержаниями MgO – 1,93%, в близкларковых количествах содержатся Na_2O – 3,8%, CaO – 7,53%, K_2O – 1,34%. Щелочные базальты обогащены редкоземельными элементами – La – 0,005%, Ce – 0,007% и, особенно, ураном, содержание которого в среднем 0,001% при вариациях от 0,0004 до 0,0028%. В близкларковых количествах содержатся некоторые халькофильные элементы – Ni –

0,012%, Cu – 0,008%, $\square n$ – 0,011%, As – 0,0003%, а также Th – 0,0004%, Mo – 0,0002%, V – 0,019%, Cr – 0,03%, Co – 0,004%.

Анализируя геохимический спектр осадочных пород можно отметить, что в неизмененных безрудных сероцветных песках содержания TiO_2 – 0,19-0,41%, Fe_2O_3 – 0,73-1,41%, в алеврито-глинистых породах TiO_2 – 0,32-0,38%, Fe_2O_3 – 1,10-1,55%. Установлено, что одновременно высокие содержания TiO_2 (более 1%) и Fe_2O_3 (более 2%) характерны для пород, обогащенных обломками базальтов или содержащих в значительном количестве пепловый материал, что является одним из типоморфных признаков при картировании разложенных до глин туфов, туффитов, туфопесчаник, туфоалевролитов и других разновидностей вулканогенных пород (к примеру, в алеврито-глинистых породах с большим количеством пепла содержания TiO_2 – 0,82-1,05%, Fe_2O_3 – 1,34-2,13%). Кроме того, прослой, обогащенные глинизированным пеплом, как правило, характеризуются повышенными содержаниями Co (0,002%), Ni (0,004%), Cu (0,0024%).

Сравнивая геохимический спектр различных геохимических типов пород с сероцветными, можно отметить, что в желтоцветных породах резко повышены содержания Fe_2O_3 – 5,3-9,4%, на порядок ниже S – 0,01-0,02%, в белых песках содержания Fe_2O_3 уменьшаются с 1% до 0,67%, что свидетельствует о его выносе в процессе вторичного восстановления окисленных песков.

Анализ геохимического спектра элементов в безрудных песках, алевритах и сопоставление их с корой выветривания и вулканогенными породами, позволил определить фоновые содержания элементов для различных литологических и геохимических типов пород.

По сравнению с кларком, в безрудных сероцветных песках выше на два порядка содержания U (0,002%), Se (0,0001%), Nb (0,002%), выше на порядок Ba (0,017%), Cu (0,0038%), Co (0,001%), Ni (0,002%), Cr (0,024%), Mo (0,0002%), Pb (0,003%) и в несколько раз выше Th, As, $\square n$, но эти концентрации сопоставимы или несколько ниже содержаний этих элементов в коре выветривания гранитов и в вулканогенных породах. В безрудных алевритах почти все элементы содержатся в близкларковых количествах, только U, Th, Pb, Se, Nb превышают кларк.

В безрудных хлидолитах желтого цвета, по сравнению с остальными породами этого типа, отмечается повышение содержания железа в 2 и более раз.

Таким образом, фоновые содержания элементов на месторождении определяются, главным образом, их концентрациями в коре выветривания гранитов. Лишь в некоторых типах пород фоновые содержания корректируются наличием вулканогенного материала.

Анализируя геохимический спектр руд с содержанием урана более 0,01%, установлено, что в рудных серых песках по средним и максимальным значениям на порядок выше содержания \square_n (в среднем 0,02%), в 2 раза Ni (0,004%) и в 2 раза снижается содержание Cu (0,002%). Не превышают фоновых значений такие элементы, как TiO_2 , P_2O_5 , MnO, Fe_2O_3 , S.

В рудных серых алеврито-глинистых породах в несколько раз (а по максимальным значениям на порядок) возрастают содержания \square_n (0,038%), Cu (0,005%), Ni (0,019%), Co (0,007%), S (0,89%). Кроме того, в 2-4 раза увеличиваются содержания Y (0,008%), \square_r (0,05%), а Mo (0,005%) – до двух порядков. При этом содержания TiO_2 и Fe_2O_3 достаточно низкие, нехарактерные для вулканогенных пород. TiO_2 варьируют от 0,44% до 0,8%, составляя в среднем 0,63%, при вариациях Fe_2O_3 0,89%-4,27% (в среднем 2,15%), что не позволяет связывать увеличение концентраций этих элементов только с примесью вулканогенного материала. Причина появления высоких концентраций в рудах специфического комплекса элементов, таких как \square_n , Ni в песках и \square_n , Ni Cu, Co, \square_r , Mo, P, Y, S в алевритах, на сегодняшний момент не ясна, так как этот спектр элементов характерен для руд с примесью вулканогенного материала и без него.

Минеральный состав руд

Руды образованы тонкодисперсными выделениями урансодержащих фаз. Их изучение проводилось в ВИМСе на электронном микроскопе Теснаі-12, оснащенный энергедисперсионным спектрометром, по энергетическим спектрограммам и по микродифракционным картинам (исследователи

В.Т. Дубинчук, В.В. Ружицкий), а также на микроанализаторе JXA-8100, оснащенном энергодисперсионной приставкой INCA (исследователи Н.И. Чистякова, Г.Н. Нечелюстов).

По данным электронномикроскопических исследований уран сконцентрирован в нингиоите, присутствует в аморфных полиэлементных стяжениях с Ti-Si основой («гелях») и крайне редко встречается в виде оксида (настуран). Основной минерал образующий руды – нингиоит. Он представлен веретеновидными кристаллами, удлиненными выделениями неправильной формы и изометрическими образованиями, нередко с хорошей кристаллической структурой размером сотые-десятые доли микрона (рис. 4). В нингиоитах с типичной для них микродифракционной картиной, нередко отмечается присутствие редкоземельных элементов. По данным микронзондовых исследований установлено, что фазы, содержащие P, Ca, U, отвечающие по составу нингиоиту, находятся в тесной пространственной связи с дисульфидами железа, углистым детритом, ильменитом и органосмектитом, судя по характеру распределения U и S (рис. 5).

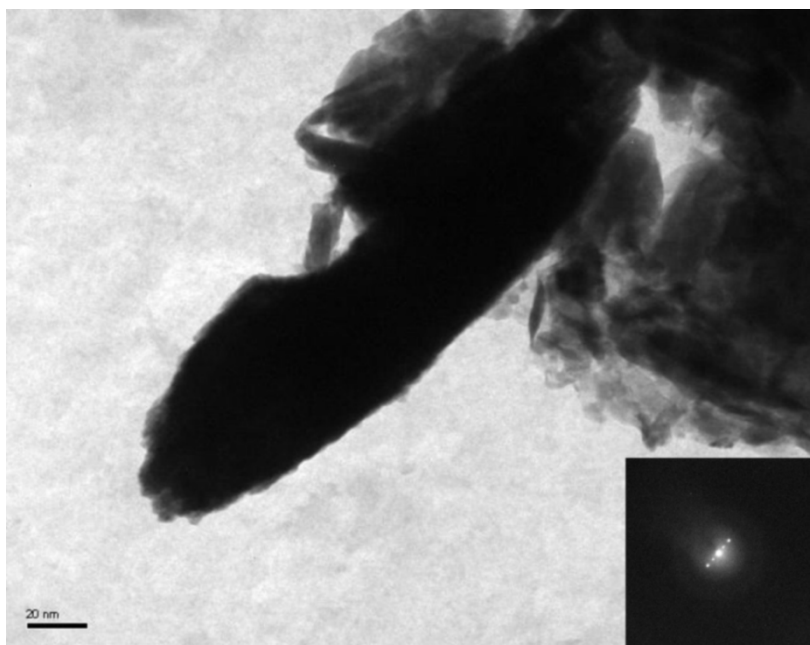


Рис. 4. Классическое веретенце нингиоита с его монокристалльной картиной, спектр приведен на рис. 4а

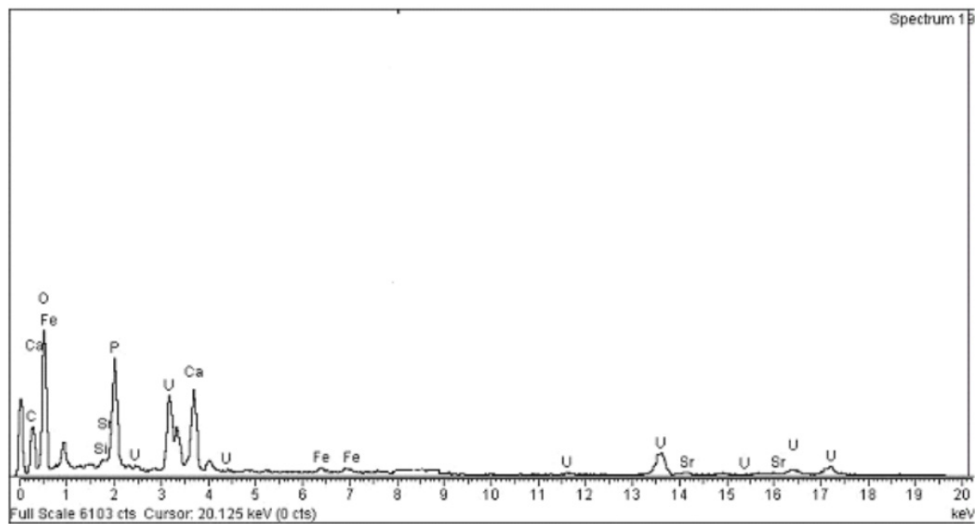


Рис. 4а. Спектр к рис. 4

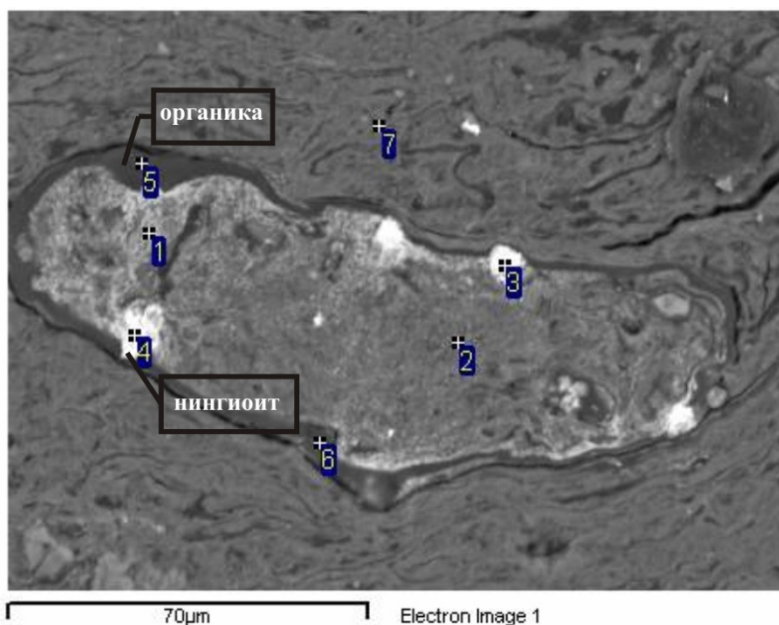


Рис. 5. Замещение растительного остатка алюмосиликатом, в котором располагаются обособления нингюита

Выводы

Приведенные в статье особенности формирования оруденения и закономерности его локализации, позволяют отнести месторождение Кореткондинское к объектам «базального» типа, впервые охарактеризованным Д.Р. Бойлом на месторождениях Нинге-Тогэ и Тоно (Япония) в 1985 году [Бойл, 1985].

В результате исследований установлено, что рудовмещающими являются сероцветные неогеновые отложения палеораспадок, которые по их первичным признакам разделяются на осадочную, вулканогенно-осадочную и вулканогенную литогенетические ассоциации,

формировавшиеся в различных ландшафтных обстановках и при различных тектоно-магматических режимах, что позволяет рассматривать выделенные ассоциации как формации или подсвиты джиллиндинской свиты. В изученных палеораспадках рудовмещающие отложения представлены лишь вулканогенно-осадочной пачкой.

Рудоподготовительным этапом является эпоха корообразования, во время которой уран переводился из акцессориев в межзерновое пространство (в легкоподвижную форму) в радиогеохимически специализированных породах фундамента и концентрировался в коре выветривания, что способствовало его активному выщелачиванию поверхностными и грунтовыми водами.

Урановое оруденение локализуется в породах, обогащенных сингенетическими восстановителями (углефицированными растительными остатками), контролируется областью выклинивания вторично восстановленных пород, и сформировано в результате инфильтрации кислородных урансодержащих вод от верховьев и бортов палеораспадов к их тальвегу и устью. Наиболее богатое оруденение концентрируется в более тонкозернистых глинистых породах, а также в интервалах, обогащенных органосмектитом, монтмориллонитом и лейкоксенизированными титанатами. Урановые руды образованы нингиоитом. Незначительная часть урана сконцентрирована в аморфных полиэлементных стяжениях на Si-Ti основе («гелях») и представлена сорбционными формами. Оксид урана (настуран) встречается крайне редко.

Авторы выражают благодарность в подготовке материалов для написания статьи исследователям ВИМСа: Коноплеву А.Д., Тархановой Г.А., Дубинчук В.Т., Ружицкому В.В., Чистяковой Н.И., Нечелюстову Г.Н., Кривоконевой Г.К., Шуваловой Ю.Н.

Литература

1. Бетехтин А.Г. Курс минералогии, Москва: «КДУ», 2010. – 736 с.
2. Бойл Д.Р. Геология и фациальные условия образования урановых месторождений базального типа в осадочных породах. Материалы по геологии урановых месторождений зарубежных стран, вып. №34, Москва, 1985.

3. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование, Москва: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 608 с.
4. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород, Москва: «Высшая школа», 1967. – 415 с.
5. Максимова М.Ф., Шмариович Е.М. Пластово-инфильтрационное рудообразование, Москва: «Недра», 1993. – 160 с.
6. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых горных пород, Москва: Издательство иностранной литературы, 1950 – 564 с.

*В.М. Тюленева, И.Г. Быстров, С.Д. Расулова,
Б.Ю. Каминов (ФГУП «ВИМС»)*

ОСОБЕННОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ ОРГАНО-ФОСФАТНЫХ РУД В ЕРГЕНИНСКОМ РАЙОНЕ КАЛМЫКИИ*

В рамках проблемы по оценке промышленной значимости объектов Шаргадыкского и Багабурульского рудных полей Ергенинского района Калмыкии проведено изучение комплексных фосфорно-редкометалльно-урановых руд, связанных с дезинтегрированными остатками костного детрита рыб. Объекты могут представлять интерес для отработки на комплекс полезных компонентов с использованием карьерной добычи и кучного выщелачивания. Проведена типизация этих концентраций с выделением разновидностей, различающихся химической специализацией; установлены главные минеральные ассоциации, морфологические особенности и взаимоотношения минеральных выделений; выявлены минеральные фазы, концентрирующие полезные компоненты; приведены технологические параметры их извлечения, рассмотрены генетические особенности формирования продуктивных отложений.

В целях решения задачи комплексного освоения фосфорно-редкометалльно-урановых месторождений в 2011-2013 гг. изучался ряд объектов Ергенинского рудного района. Территориально Ергенинский рудный район площадью 5000 кв. км располагается в республике Калмыкия. В геоморфологическом отношении он охватывает большую часть возвышенности Ергени в области сопряжения Скифской плиты и Русской платформы, в пределах кряжа Карпинского. Район входит в Мангышлак-Ергени-Адыгейский урановорудный пояс с комплексными фосфорно-редкометалльно-урановыми рудами и вписывается в центральный Элистинский блок. История поисков месторождений урана в Калмыкии связана с изучением ураноносности майкопских отложений. Специализированные на уран работы начались в 1956 году,

* Опубликовано в журнале «Разведка и охрана недр» 2014 г. №7. С. 6-12.

когда аэропоисками было обнаружено Шаргадыкское месторождение, рудная залежь которого в северо-восточной части выходит на дневную поверхность. Систематическое опоскование Ергеней силами Кольцовской экспедиции привело к выявлению нового Ергенинского ураноносного района. В настоящее время на этой площади известно 16 различных по масштабам месторождений с комплексным фосфорно-редкометалльно-урановым оруденением, 37 рудопроявлений и более 30 проявлений ураново-редкометалльной минерализации. Указанные объекты являются аналогами промышленных месторождений Мангышлакского урановорудного района в Казахстане. В многолетнем изучении Мангышлакского и Ергенинского ураноносных районов помимо коллектива Кольцовской экспедиции принимали участие сотрудники ВИМСа – Р.В. Нифонтов, А.С. Столяров, А.А. Шарков, М.М. Мстиславский, А.В. Коченов, В.В. Зиновьев, В.Л. Гершкович и другие [1-8]. Исследования носили комплексный характер и позволили определить основные геологические особенности и закономерности формирования фосфорно-редкометалльно-урановых месторождений, локализующихся только в майкопской формации. Майкопская формация относится к уникальным геологическим образованиям, содержащим богатые залежи нефти, газа, марганца. С ней также связано чрезвычайно широкое развитие ископаемых металлоносных остатков рыб.

Геологическое строение района характеризуется двучленной структурой разреза. Нижний структурный ярус – палеозойское складчатое основание, верхний – слабодислоцированные мезозойско-кайнозойские отложения. Наиболее древний пермо-триасовый платформенный комплекс (сланцеватые кремнистые глины, мощностью ~ 430 м) перекрыт несогласно залегающей песчано-глинистой толщей юры, нижнего мела и сеномана. Выше по разрезу залегают верхнемеловые, преимущественно карбонатные отложения (150 – 300 м). Палеоценовый комплекс в районе Элистинского блока выражен относительно мелководными песчаными и глинистыми отложениями, мощность которых достигает 400 – 500 м. Отложения эоцена включают известняки, мергели общей мощностью ~200 - 400

м. Вышележащая ураноносная майкопская толща представлена глинами олигоцена и нижнего миоцена мощностью от 100 м на севере до 670 м на юге территории. Перекрываются майкопские отложения почти сплошным чехлом неоген-четвертичных глин, песков и лессовидных суглинков [6].

Собственно рудоносные отложения выделены в калмыцкую свиту, которая представляет собой мощный (400-500 м) и сложно-построенный комплекс майкопской серии. Калмыцкая свита отличается существенными изменениями литофаций и подразделяется на две подсвиты: нижнюю рудоносную - «рыбную» и верхнюю. Эти образования развиты в пределах Элистинского блока, где они формируют широкую (130-170 км) полосу, к центральной части которой приурочен Ергенинский рудный район [7]. Рудовмещающие отложения сложены морскими коллоидными глинами серого цвета с редкими включениями рыбных остатков. Они относятся к средней части майкопской серии верхнего олигоцена и датируются как нижняя подсвита калмыцкой свиты – $P_3^3kc_1^2$. На основе детального изучения и картирования оруденелых зон было установлено, что залежи костного детрита локализуются на различных стратиграфических уровнях. В разрезе этого комплекса геологами Кольцовской Экспедиции выделено три горизонта (снизу вверх): степновский, южнобуратинский и багабурульский. В основании каждого из них залегают, выделяясь темно-серой окраской, пластово-линзовидные скопления костных рыбных остатков, к которым приурочено фосфорно-редкометалльно-урановое оруденение.

Детальные исследования в Ергенинском рудном районе, проведены в его самой западной части - на Шаргадыкском и в восточной – на Багабурульском рудных полях. *Шаргадыкское рудное поле* объединяет два объекта – *Шаргадыкское* и *Богородское* месторождения. Все оруденение связано с багабурульским рудным горизонтом. *Багабурульское рудное поле* включает *Багабурульское*, *Южно-Буратинское*, *Вишневское* и *Прудовое* месторождения, где оруденение развивается в двух верхних горизонтах- южно-буратинском и багабурульском.

Рудный материал представлен малообъемными технологическими пробами, образцами, аншлифами, шлифами и радиографиями, изученными в лабораториях ВИМСа с применением комплекса современных высокоточных минералого-геохимических методов анализа: микрорентгеноспектрального (микрозондового), электронной микроскопии (исследования проведены доктором технических наук В.Т. Дубинчуком и кандидатом г. м. наук В.В. Ружицким)-рентгенографического фазового и др. Использован также экспрессный метод рентгеновской томографии, позволяющий проводить диагностику в неразрушенных образцах с определением микростроения, морфоструктурных характеристик и фазового состава рудного материала (аналитик доктор технических наук О.А. Якушина).

Рудные пласты на месторождениях образованы скоплением костных остатков рыб, залегающих в толще вмещающих их глин. Рудный пласт, как правило, имеет компактное строение с включениями тонких прослоек и линз безрудных глин, определяющих линзовидно-слоистую текстуру. Также отмечаются линзовидные обособления мощностью до 4-7 см, в которых ураноносные костные остатки сцементированы карбонатами (кальцит, реже сидерит). Макроскопически на свежем изломе руда представляет собой плотную глинистую массу темно-серого цвета, часто с зеленоватым оттенком за счет присутствия высокодисперсного пирита, содержащую fossilized обломки скелетов и покровных частей рыб и небольшое количество алевритового материала.

Основными составляющими комплексных руд являются fossilized костный детрит, сульфиды железа, глины и карбонаты, присутствующие в различных соотношениях. Рудовмещающие отложения содержат от 15 до 45% рудоносного детрита костей и чешуи рыб, которые, в основном, имеют размерность песчано-алевритовой фракции. Среди сульфидов наблюдается тонкораспыленный пирит, иногда образующий отдельные скопления. Указанные разновидности рудных концентраций - фосфатные, сульфидные, карбонатные, глинистые - различаются по содержаниям главных компонентов Ca, S, Si, P. Наиболее широко распространены три

основных типа руд: фосфорный, фосфорно-сульфидный и сульфидный, которые могут иметь промышленное значение. По химическому составу руды фосфорного типа характеризуются наиболее высокими содержаниями Ca и P, а сульфидного – Fe и S. Фосфорно-сульфидный тип выделен как переходный и в относительно равной степени обогащен фосфатным веществом и сульфидами железа. Указанным типам оруденения свойственны и различия в распределении полезных рудных элементов. Сульфидная разновидность, как правило, обогащена рением и молибденом, а фосфорная и фосфорно-сульфидная – в основном, суммой редкоземельных элементов, ураном и иттрием (рис. 3). Фосфорный тип оруденения является наиболее продуктивным и на всех изученных нами объектах Ергенинского района характеризуется содержаниями (%): P_2O_5 - до 28, U– до 0.2, ΣTR до 0.6. Среди редкоземельных и редких элементов наиболее высокие концентрации отмечаются для относительно высококларковых – La, Ce, Sr (до 0.2%), Y, Nd (до 0.12%). В случае наименее распространенного элемента - рения значения достигают 1,4 г/т. Для оруденения в целом фиксируется положительная корреляция между количеством фосфатов в пробах и содержаниями полезных компонентов. Эта закономерность также прослеживается в различных классах крупности и в разных по удельному весу фракциях, выделенных из технологических проб, в которых с наиболее высокими содержаниями P_2O_5 коррелируют более значимые концентрации U, ΣTR , Y и Sr. Особенно четко это проявлено в легкой фракции тонкого класса крупности с максимальными содержаниями пентоксида фосфора и всех указанных выше элементов, включая рений. Для Fe, наоборот, его максимальным концентрациям отвечают минимальные значения содержаний P_2O_5 и U (табл.1, проба 13). Выявленные закономерности подтверждаются результатами корреляционного анализа, проведенного по массиву данных (50 проб) масс-спектральных и рентгеноспектральных определений, характеризующих все типы руд, включая рудные концентрации из различных по удельному весу фракций и классов крупности. Были установлены явно значимые корреляционные связи для элементов сульфидного и фосфорного типов. Для сульфидного типа отмечается

Таблица 1

Химический состав фосфорно-редкометалльно-урановых концентраций в различных классах крупности и фракциях удельного веса (красным выделены наиболее высокие содержания основных компонентов). Стандартный образец состава. Шаргадыкское месторождение. Результаты рентгеноспектрального (РСА) и масспектрального (ICP-MS) анализов

№ пробы	Фракции	P ₂ O ₅ (%)	S (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Co (%)	Ni (%)	Cu (%)	Sr (%)	Y (%)	Zr (%)	Mo (%)	La (%)	Ce (%)	Nd (%)	∑TR (г/т)	Re (г/т)	Th (%)	U (%)
№ 1	-1 + 0,5	10,9	19,8	30,3	0,019	0,033	0,018	0,070	0,042	0,020	0,017	0,027	0,061	0,024	1261,6	0,25	0,0006	0,027
№ 2	-0,5 + 0,25	15,1	16,8	20,4	0,023	0,035	0,026	0,110	0,077	0,013	0,015	0,045	0,102	0,050	2079	0,39	0,0011	0,044
№ 3	- 0,25 + 0,14	18,0	13,2	16,6	0,024	0,033	0,029	0,13	0,10	0,010	0,013	0,064	0,13	0,068	2999,2	0,46	0,0014	0,061
№ 4	-0,14 + 0,04	18,5	11,7	15,3	0,026	0,038	0,029	0,15	0,13	0,0078	0,013	0,084	0,17	0,089	4018	0,56	0,0021	0,076
№ 5	- 0,04	2,7	9,0	17,8	0,036	0,077	0,018	0,040	0,023	0,0088	0,0097	0,014	0,029	0,012	680,3	0,44	0,0004	0,017
№ 6	(-1 + 0,5) > 2,9	15,3	6,9	5,6	0,027	0,054	0,013	0,17	0,095	0,0074	0,0053	0,061	0,107	0,053	2724,6	0,33	0,0013	0,048
№ 7	(-0,5 + 0,25) > 2,9	9,0	23,1	32,6	0,022	0,034	0,035	0,072	0,046	0,0049	0,021	0,028	0,062	0,029	1337,1	0,46	0,0021	0,030
№ 8	(-0,25 + 0,14) > 2,9	8,2	24,4	34,0	0,024	0,033	0,042	0,079	0,049	0,0051	0,023	0,033	0,061	0,028	1556,2	0,59	0,0015	0,033
№ 9	(-0,14 + 0,04) > 2,9	13,9	18,7	26,3	0,026	0,038	0,037	0,110	0,088	0,0064	0,019	0,055	0,12	0,060	2614,2	0,6	0,0023	0,052
№ 10	(-1 + 0,5) < 2,9	7,3	25,8	39,6	0,015	0,026	0,022	0,044	0,028	0,0034	0,021	0,041	0,044	0,015	791,9	0,26	0,0009	0,020
№ 11	(-0,5 + 0,25) < 2,9	16,6	9,5	5,1	0,023	0,037	0,017	0,18	0,12	0,0071	0,0057	0,049	0,13	0,064	3453,7	0,34	0,0016	0,061
№ 12	(-0,25 + 0,14) < 2,9	20,3	6,3	3,6	0,023	0,036	0,018	0,21	0,15	0,0080	0,0051	0,077	0,17	0,091	4591	0,37	0,0025	0,083
№ 13	(-0,14 + 0,04) < 2,9	21,9	6,0	7,1	0,025	0,040	0,023	0,19	0,16	0,0083	0,0076	0,099	0,19	0,104	5131	0,58	0,0035	0,093

положительная корреляционная связь между S, Fe, Re, Mo и обратная зависимость между содержаниями S и группой элементов: P, Ca, U, Y, La. В образованиях фосфорного типа, наоборот, значимые прямые корреляционные связи установлены между P, Ca, U, Y, La и обратная зависимость между содержаниями P и Fe, S.

Минералогическая характеристика руд. Руды фосфорного типа обогащены (до 45%) обломками костного детрита рыб, которые часто образуют дисперсные агрегаты. Сульфиды представлены, главным образом, пиритом (11-15%) и марказитом – до 6%, иногда сфалеритом – до 1%; отмечаются также магнетит (до 1,5%), галенит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, молибденит. Глинистая составляющая (в сумме до ~25%) сложена гидрослюдой (~ 10%), каолинитом (4-5%), монтмориллонитом (3-6%), хлоритом (1-3%). Сульфаты присутствуют в виде гипса и бассанита (1,0-22%), а карбонатность обусловлена в основном кальцитом (до 13%). Терригенная песчано-алевритистая фракция состоит из кварца (5-3%) и плагиоклаза (1,5-3%). В таблице № 2 приведен типичный минеральный состав рудных концентраций фосфорного типа.

Таблица 2

Минеральный состав оруденения фосфорного типа (основные компоненты).
Данные рентгенографического фазового анализа

№	Минерал	Теоретическая формула	Содержание, мас., %
1.	Минерал группы апатита	$Ca_5[PO_4]_3(CO_3, F, OH)$	37
2.	Пирит	FeS_2	14
3.	Марказит	FeS_2	3,5
4.	Кальцит	$CaCO_3$	12,5
5.	Кварц	SiO_2	5
6.	Бассанит	$CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$	6,5
7.	Каолинит	$Al_2[OH]_4(Si_2O_5)$	5
8.	Хлорит	$(Mg, Fe)_6(Si, Al)_4O_{10} \cdot (OH)_6$	1
9.	Гидрослюда	$K_{<1} Al_2(OH)_2(AlSi_3O_{10}) \cdot nH_2O$	9,5
10.	Монтмориллонит	$(Ca, Na)(Mg, Al, Fe)_2[(Si, Al)_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$	4,5
11.	Плагиоклаз	$(Na, Ca)AlSi_2O_8$	1,5
		Сумма	100

Фоссилизированный костный детрит, преимущественно песчано-пелитовой размерности (от долей мм до дисперсных), состоит из раздробленных фрагментов ихтиофауны различной морфологии: чешуи, обломков позвонков и других частей скелетов рыб. Полости в них заполнены кальцитом, кремнистыми образованиями, сульфидами, иногда углеродистым веществом. Интенсивность окраски костных остатков связана с присутствием в них органического вещества; в темных (бурых до черного) фрагментах его количество повышается. Костный детрит, как правило, цементируется глинисто-сульфидно-карбонатным агрегатом (рис. 1). Костный фосфат от аморфного до тонкокристаллического сложен минералами апатитового ряда различной степени дисперсности, с которыми связаны основные концентрации урана и редкоземельных элементов. По данным микрозондового и электронномикроскопического анализов вещество костного детрита – фосфат кальция по составу близок к карбонат-фторапатиту, осложненному гидроксильной группой и содержит примесь органических веществ [4]. Он представлен фосфатами ряда: фторапатит, хлорсодержащий фторапатит, карбонат-фторапатит (франколит), редко стронций-содержащий апатит. Рентгенотомографическое исследование фрагментов костного детрита губчатой текстуры, также показало, что в фосфатах примерно в равных соотношениях присутствуют две фазы – карбонат-фторапатит (франколит) и гидроксилапатит. В микропорах и пустотах костных частиц локализуются тонкие агрегаты глин, кальцита, включения пирита.

Уран в рудных образцах характеризуется рассеянным вуалеобразным распределением. По данным радиографий наиболее высокие его содержания связаны с рудами фосфорного типа и выражены участками высокой плотности треков, приуроченными к скоплениям обломочных частиц и дисперсных образований костного детрита. В зонах развития сульфидов они почти полностью отсутствуют (рис.2).

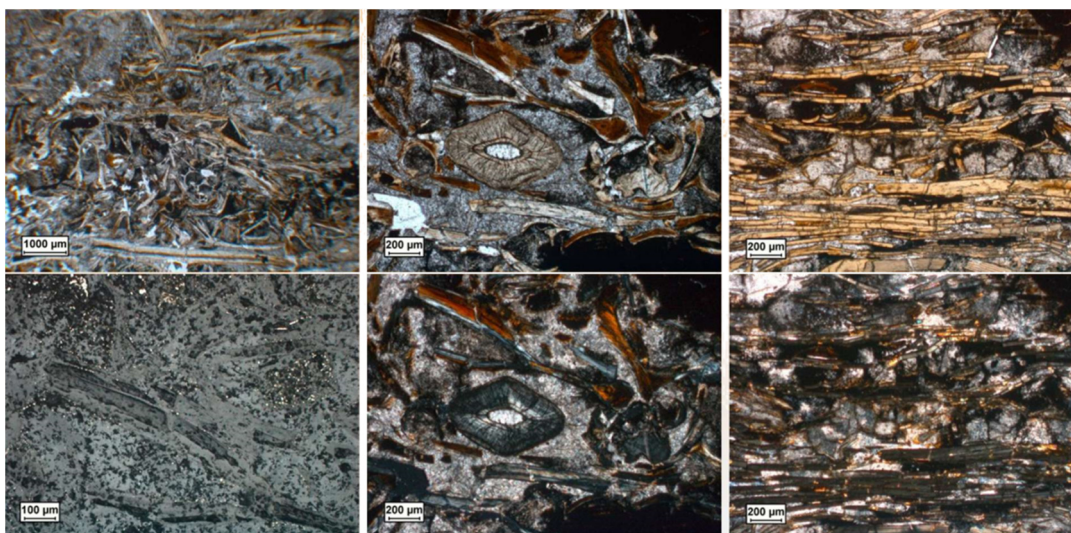


Рис. 1 Микрофото. Шлиф комбинированный. Мелкообломочный костный детрит сцементирован тонкозернистым кальцитом (цемент ~ 10%) с включениями агрегатов пирита. Обломки fossilized костных остатков представлены: фрагментами, преимущественно прямолинейных, иногда с продольными трещинами образований; частицами позвонков, в центральной части заполненных кальцитом. Окраска – от бурой (преобладает) до бесцветной. Фото, сверху – проходящий свет, ник. II; снизу – отраженный свет

Обломки костного детрита часто неоднородны, в них фиксируются осветленные микрзоны, обогащенные U и Th. В отдельных участках отмечаются высокие содержания Fe (до 16%). Основная часть урана в фосфатном веществе распределена в виде мельчайших кластеров. Хлорсодержащие фторапатиты особенно обогащены редкоземельными элементами цериевой группы (La, Ce, Nd) и ураном. В комплексных органогенно-фосфатных рудах выявлены собственные минеральные фазы урана и тория, представленные уранинитом, гидронастураном, нингиоитом, редко коффинитом, торианитом. Тем не менее, основные концентрации урана связаны с тонко-рассеянными, вероятно, сорбированными или примесными изоморфными формами в дисперсных агрегатах фосфатного вещества (рис.3). В целом, содержание урана в детрите рыб, как правило, колеблется в соответствии с выявленными закономерностями в широких пределах от тысячных долей процента до ~0,5%. Так, его концентрация увеличивается с уменьшением размерности фракций костного детрита. Отмечается также относительно высокая насыщенность ураном пористых остатков с ячеистым строением по

сравнению с костями той же крупности, но более плотных. Пористые костные частицы имеют большую внутреннюю поверхность, за счет чего интенсивнее концентрируют уран (~0,2%) и редкоземельные элементы (La, Ce ~0,6%). При этом, фрагменты, пропитанные кальцитом или баритом, наоборот, обеднены ураном. Важным фактором в процессе накопления урана костными частицами являлась величина свободной поверхности фосфатного вещества. Приведенные данные распространяются и на редкоземельные элементы. Подобные явления наблюдали и более ранние исследователи [9].

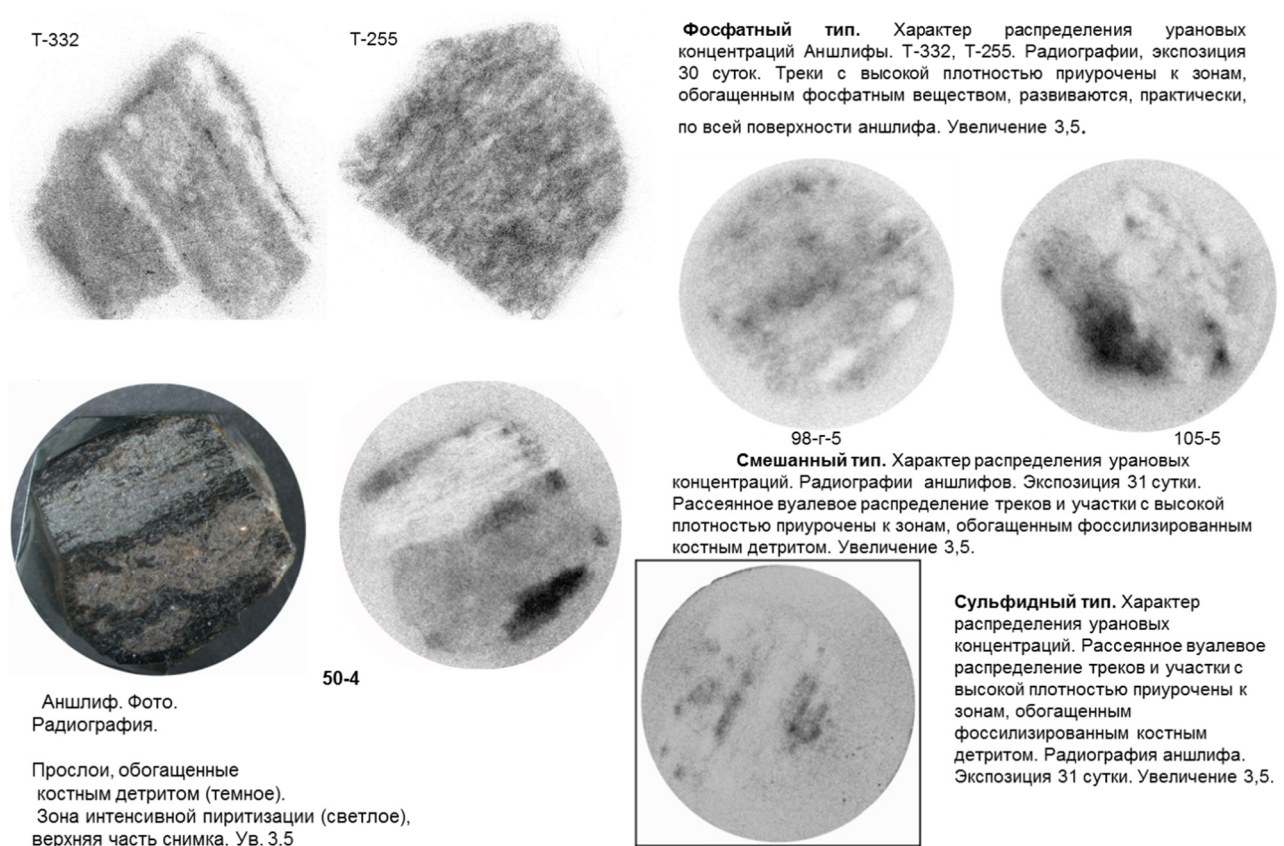
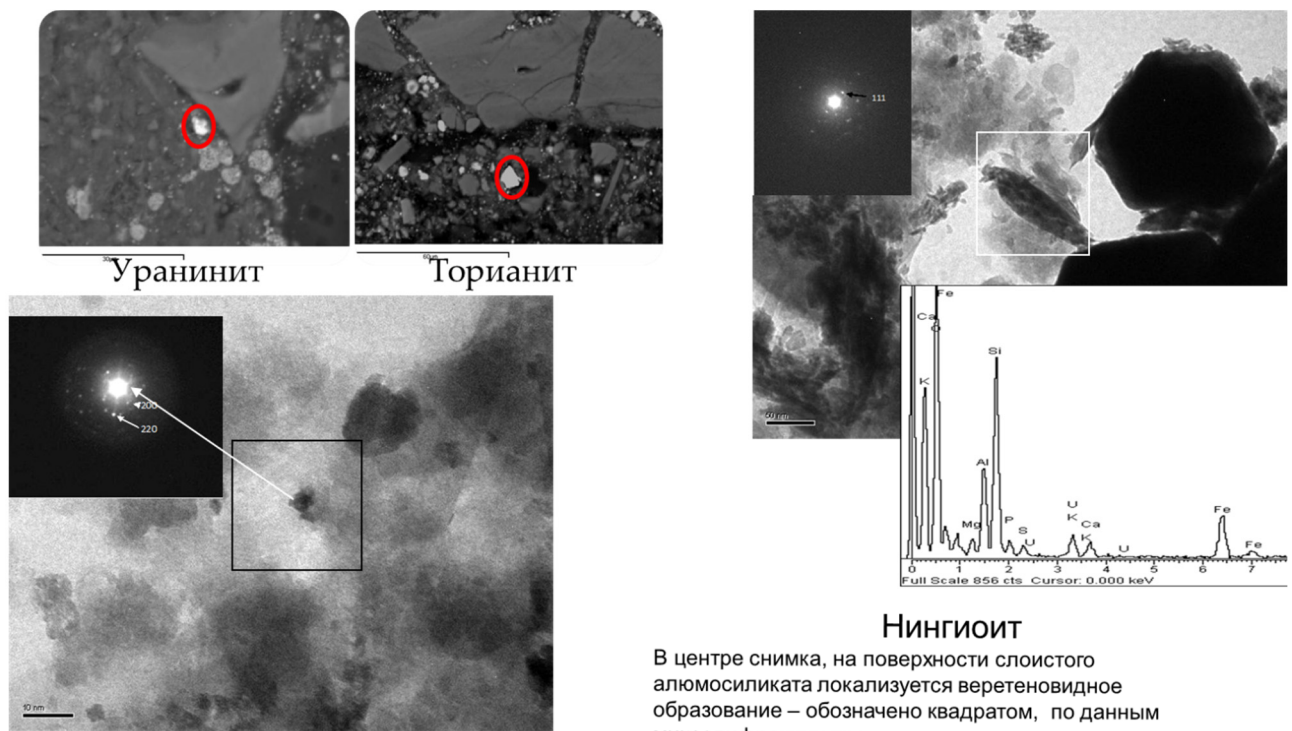


Рис. 2. Характер распределения урановых концентраций в различных типах руд
Радиографии, экспозиция 30 суток – (А – Д, Ж). Аншлиф. Прослой, обогащенные костным детритом - темное, зона пиритизации - светлое, верхняя часть снимка - (Е). Радиография, соответствующая аншлифу – (Д). *Фосфатный тип оруденения.* Треки высокой плотности распространяются, практически, по всей поверхности аншлифа - (А,Б). *Фосфатно-сульфидный тип.* Рассеянное вуалевое распределение треков и участки с высокой плотностью – в зонах развития органогенных костных остатков - (В,Г). *Сульфидный тип.* Отдельные скопления треков связаны с тонкими включениями костного детрита – (Ж)



Коффинит. Контрастная частица выделена квадратом, которая дает монокристалльную микродифракционную картину коффинита и слоистого алюмосиликата.

Нингиоит

В центре снимка, на поверхности слоистого алюмосиликата локализуется веретеновидное образование – обозначено квадратом, по данным микродифракции представленное нингиоитом.

Рис. 3 Морфология выделений пирита

Во всех типах руд помимо фосфатов широко развиты сульфиды, среди которых пирит является основным минералом. Содержание сульфидов железа в руде сульфидного типа достигает >50%. Помимо пирита в меньшем количестве присутствует марказит и в незначительном – моносulfид железа. Пирит представлен двумя разновидностями: кристаллическими и сажистыми скрытокристаллическими, метаколлоидными образованиями. Эти разновидности тесно ассоциируют, причем кристаллические пирит и марказит являются, вероятно, продуктом, образовавшимся из метаколлоидных агрегатов. Первичный колломорфный сульфид железа характеризуется более сложным химическим составом. В нем присутствуют элементы-примеси: \square_n , Cd, As, Mo, Co, Ni, Cu, Pb, Mn, которые по мере раскристаллизации исчезают.

Выделяется несколько морфологических разновидностей пирита. Это фрамбоидальные образования в виде сфероидов размером до первых десятков мкм и состоящих из разного числа микрокристаллов-глобулей пирита. Многие из указанных специфических образований

разуплотнены и разрушены. В рудах присутствуют также ксеноморфные обособления агрегатов дисперсного пирита, которые выполняют интерстиции, цементируют терригенные частицы, костные обломки. Высокодисперсный пирит пропитывает микропоры в костном детрите, образует тонкие пленки на глинистых образованиях (рис. 4). С помощью рентгеновской томографии на поверхности октаэдрических и кубоктаэдрических кристаллов дисульфида железа выявлена тонкая (до 30нм) гематитовая пленка окисления. Наличие гематита может улучшать технологические параметры извлечения полезных компонентов. В кристаллах пирита фиксируются «сильнопоглощающие» зоны, которые могут быть связаны с дисперсными образованиями других минеральных фаз.

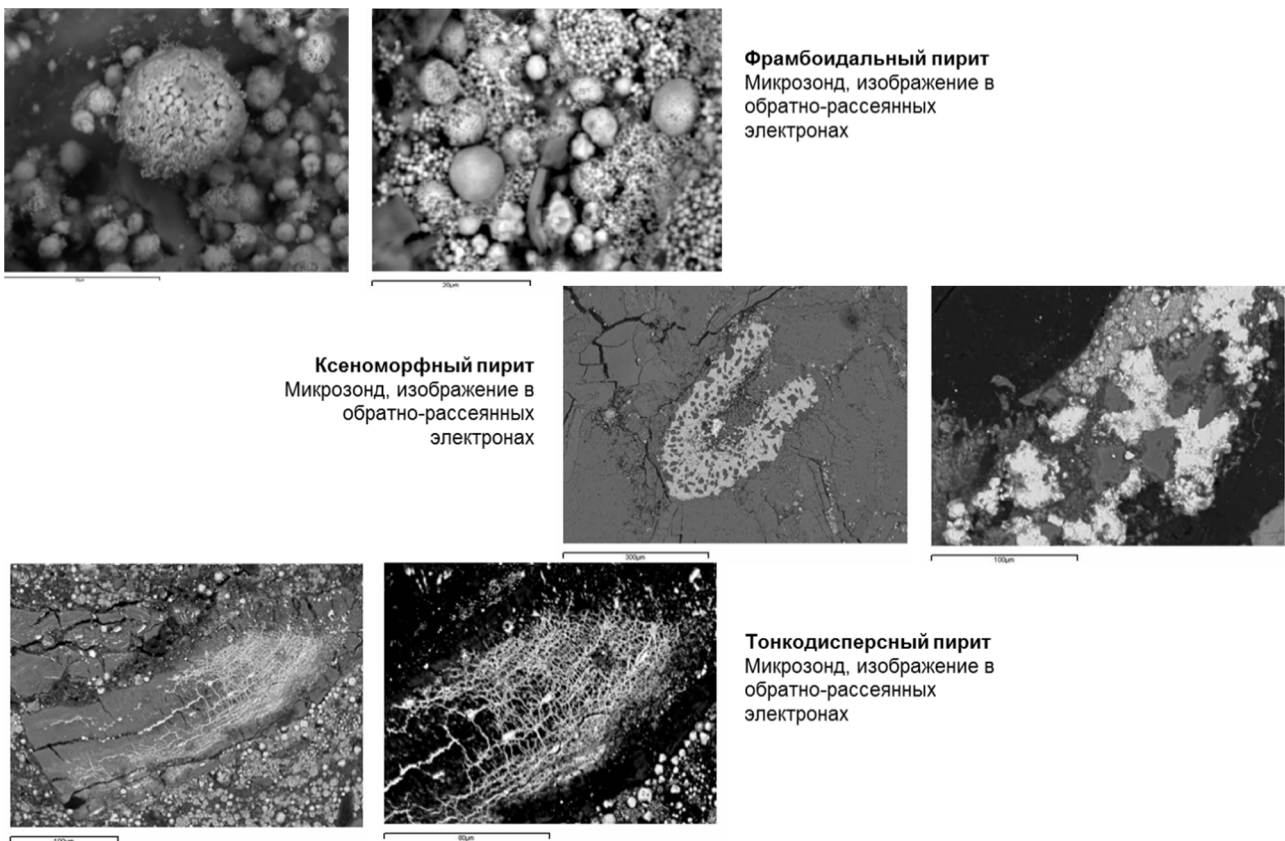


Рис. 4. Минеральные формы урана и тория

Проведены исследования по определению форм нахождения наиболее низкокларкового элемента – Re, среднее содержание которого в земной коре $-7 \times 10^{-8} \%$. В рудах установлен ряд ренийсодержащих образований. Выявлены относительно невысокие

(~0,4%) концентрации Re в пирите и в специфических дисперсных выделениях углеродистых веществ в ассоциации с оксидом цинка (цинкитом). Обнаружено гелеобразное аморфное вещество железосернистого состава с Re. Более высокие значения (до 4% Re) связаны с баритом и минералом Th и Sr – умбозеритом (рис.11). Нахождение Re в пирите, умбозерите, барите и трудно-растворимом гелеобразном веществе может оказывать негативное влияние на технологические параметры его извлечения.

Исследованы руды, характеризующие Багабурульскую площадь. Она включает пять небольших объектов, в том числе, Багабурульское и Вишневское месторождения, на которых верхний багабурульский рыбный горизонт калмыцкой свиты является рудовмещающим комплексом. Изучение рудных концентраций фосфорного типа Вишневского месторождения выявили ряд минералогическо-геохимических особенностей, отличающих его от оруденения аналогичного типа, локализованного на Шаргадыкском месторождении. Если на последнем повышенные концентрации медно-полиметаллических элементов в костном детрите и пирите обусловлены их сорбированной и изоморфной примесями в фосфате и дисульфидах железа, то на Вишневском они образуют собственные минеральные фазы (сфалерит, галенит, халькопирит и др.), а в составе сульфидов помимо пирита и марказита присутствует пирротин. В целом руды Вишневского месторождения характеризуются более высокими содержаниями урана, ΣTR и $C_{орг}$, что, по-видимому, свидетельствует о формировании их в более восстановительной обстановке. Минералогические различия руд фосфорного типа на указанных объектах, по-видимому, могут влиять на технологические параметры извлечения полезных компонентов. В частности, более восстановительные условия среды рудонакопления на Вишневском месторождении могли предопределить здесь присутствие более благоприятных для выщелачивания форм ренийских концентраций.

В процессе детального изучения минерального состава органогенно-фосфатных руд, развитых на ураново-редкометалльных объектах Ергенинского района, охарактеризован широкий спектр

минеральных фаз, в том числе, содержащих полезные компоненты. Среди них определен ряд новых для этих образований минералов - минералы урана представлены *нингиоитом*, *гидронастураном*, редко *коффинитом*, тория - *торианитом*, стронция и тория *умбозеритом*, церия *монацитом*, церия и лантана *флюоцеритом*; ниобия *пирохлором*, циркона *бадделеитом*, вольфрама *шеелитом*; тонкодисперсная рассеянная, в виде самородных микронных фаз благороднометалльная минерализация содержит: золото *купроаурид*, серебро *аргентит*, а также платину, содержащую небольшое количество Fe (*поликсен?*) (табл.3).

Оценка технологических свойств фосфорно-редкометалльно-уранового оруденения Ергенинского района по малообъемным минералого-технологическим пробам установила принципиальную возможность извлечения полезных компонентов с использованием метода кучного выщелачивания (С.А. Ануфриева, Е.Г. Лихникевич и др., ВИМС 2011-2013г.г). По технологическим параметрам рудные концентрации относятся к одному геолого-промышленному типу и различаются лишь соотношением рудных и породообразующих

Таблица 3

Минеральные формы, выявленные в фосфорно-редкометалльно-урановых рудах в Ергенинском районе

№ п/п	Основные элементы	Минералы
1	K, Al, Si, Mg, Na	Гидрослюда, иллит, монтмориллонит, каолинит, хлорит, кварц, КППШ, плагиоклаз
2	Ca	Кальцит, доломит-анкерит, гипс, бассанит
3	P	Апатит - франколит
4	Th	Торианит
5	U, P	Гидронастуран, уранинит, нингиоит, коффинит
6	Zr	Бадделеит, циркон
7	Fe, S, As, Cu	Пирит, марказит, пирротин, арсенопирит, халькопирит, гематит, магнетит
8	Fe, Ti	Ильменит, анатаз, брукит
9	Mo	Молибденит
10	Ce, La, F	Монацит, флюоцерит, флюорит, бастнезит
11	Nb	Пирохлор
12	W	Шеелит
13	Mn	Сфалерит, цинкит
14	Au, Ag, Pt	Купроаурид, аргентит, самородная платина
15	Sr, Th, Si	Умбозерит

минералов. По своим технологическим свойствам руды благоприятны для получения помимо фосфора комплекса ценных компонентов (U, PЗЭ, Mo, Re, Sc и др.) с использованием раствора серной кислоты с концентрацией H_2SO_4 – 50 г/л. Введение в выщелачивающий раствор окислителя (раствора HNO_3 – 20 г/л) нивелирует различие в вещественном составе изучаемых проб и обеспечивает извлечение в продуктивный раствор, %: U – 97,3; Y – 88,8; Sc – 82,9; Σ PЗЭ – 80,0; Mo – 60,0; Re – в среднем 70,0. Проведение гранульной сульфатизации с последующим орошением гранул раствором азотной кислоты (50 г/л) обеспечивает повышение степени извлечения всех ценных компонентов; в частности по Re степень извлечения в продуктивный раствор повышается до 77,5. В 2013 году завершены технологические исследования ОАО ВНИИХТ (Г.И.Авдонин и др.) по рудам Шаргадыкского месторождения на 12 экспериментальных колоннах с загрузкой от 7 до 43 кг. В целом они показали, что уран при специальных методах рудоподготовки в режиме кучного выщелачивания извлекается на 90-93%. Для разработки эффективной технологии извлечения из руд комплекса полезных компонентов методом кучного выщелачивания будут проведены натурные испытания.

Литература

1. Гершкевич В.Л. и др. Ергенинская ураноносная провинция органо-фосфатных руд. // Месторождения урана СССР, том 2, вып. 1, 1967 – С. 88-131
2. Дроздова Т.В., Коченов А.В. Об органическом веществе ископаемых костей рыб // Геохимия. АН СССР. 1960, № 8. – С. 748-751
3. Коченов А.В., Дубинчук В.Т., Гермогенов Е.В. Форма нахождения урана в фосфатных остатках ископаемых рыб // Советская геология, 1973, № 3. – С. 69-77.
4. Мстиславский М.М., Зиновьев В.В. О причинах развития концентраций редкоземельных элементов в хемогенных и некоторых органогенных фосфоритах // Докл. АН СССР. 1969. Т. 185 № 5 – С. 1145-1148..
5. Сидоренко Г.А., Чернова Н.И. Рентгенографическое изучение костного фосфата ископаемых остатков рыб. Рентгенография минерального сырья. Сборн. 2. Гостехиздат. М. 1962 – С. 81-87.
6. Столяров А.С. Ивлева Е.И. Металлоносность залежей костного детрита рыб в отложениях Ергенинского рудного поля. // Литология и полезные ископаемые. 1991, № 6. – С. 61-71.
7. Столяров А.С. Ивлева Е.И. Верхне олигоценые отложения

Предкавказья, Волго-Дона и Мангышлака (Центральная часть Восточного Паратетиса). Сообщение 3. Металлоносность и условия формирования залежей костного детрита рыб и сульфидов железа // Литология и полезные ископаемые. 2004, №5 – С. 504-522.

8. Столяров А.С. Ивлева Е.И. Ергенинский ураново-редкометалльный район Калмыкии. Минеральное сырье. № 19. ВИМС, 3008. – 170 с.

9. Шарков А.А., Иванов В.В., Школьник Э.Л., Кононов В.В., Колесова Л.Г. Минералогия органогенно-фосфатных руд ураново-редкометалльных месторождений Мангышлака и Калмыкии.//М. 2010.

Н.А.Гребенкин (ФГУП «ВИМС»)

ОСОБЕННОСТИ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГИДРОТЕРМАЛЬНО- МЕТАСОМАТИЧЕСКИХ УРАНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ЧАРСКОГО РАЙОНА*

Геолого-поисковые работы на уран, проведенные с 2007 по 2011 гг. в пределах Ничатской площади Чарского ураноносного района показали, что рассматриваемая территория обладает значительными перспективами на обнаружение промышленных объектов. Здесь совместными усилиями сотрудников ОАО «Сосновгео», ФГУП «ВСЕГЕИ», «ВИМС», ФГУНПП «Геологоразведка» и ОООНТП «Сосновгеос» были выявлены и оценены рудопроявления урана – Бухаровское, Мигматитовое, Фланговое, Узловое, Новое I, II и другие.

Каменный материал с данных объектов изучался традиционными, в том числе современными высокоточными методами в лабораториях ФГУП «ВИМС». Эти исследования включали изучение шлифов и аншлифов (Н.А.Гребенкин, С.И.Мельников, Н.В.Леденева); микрорентгеноспектральный анализ, проведенный на микроанализаторе УХА-8100 с использованием энерго-дисперсионной приставки «INCA» (Н.И. Чистякова, И.Г. Быстров); электронную микроскопию на приборах Tesla BS-301 (РЭМ) и Tesla BS-540 (ПЭМ), оснащенных рентгеновским микроанализатором (В.Т.Дубинчук, В.В.Ружицкий); кинетический термоизохронный Pb-Pb метод на твердосплавном масс-спектрометре типа TSN-206 SA фирмы CAMECA (Л.В.Сумин); рентгеноспектральный полуколичественный анализ на 52 элемента (Е.П.Шевченко и Н.С.Вахонин); метод автордиографии (Л.А.Березина и О.Б.Назарова).

Полученные в ходе минералого-петрографического изучения результаты, а также анализ и обобщение за последнее десятилетие данных других исследователей [1-10] показали, что формирование и преобразование урановых концентраций в районе происходило длительно и многоэтапно (с раннего протерозоя по мезозой включительно) в связи с

* Опубликована в журнале «Руды и металлы». 2013. №1. С. 39-46.

разнотипными гидротермально-метасоматическими процессами.

Геологическая позиция и строение Чарского района.

Рассматриваемая территория охватывает область сочленения трех крупных геотектонических структур – Алданского щита, Березовского прогиба Восточно-Сибирской платформы и Нечерского поднятия Байкальской горно-складчатой области (рис. 1). В геологическом строении района принимают участие архейские магматические, ультраметаморфические и высокометаморфизованные образования Алданского кристаллического щита, а также нижнепротерозойские ультраметаморфические, магматические и метаморфические породы амфиболитовой - зеленосланцевой фаций Байкальской складчатой области, слагающие кристаллический фундамент территории. На нем со структурно-стратиграфическим несогласием залегают стратифицированные рифей-нижнекембрийские осадочно-метаморфические отложения Березовского прогиба Восточно-Сибирской платформы.

Геолого-структурное положение территории определено сочленением региональных долгоживущих зон разломов и крупных тектонических структур различного времени заложения.

К архей-раннепротерозойским тектоническим элементам принадлежат меридиональные Чаро-Токкинская и Урага-Холболокская синклинорные структуры, а также региональные разломы субмеридионального и северо-западного простирания: Чарский, Жуинский, Ничатский, Право- и Левоченчинские, Ствотах-Юсюряхский и Кеме-Кебектинский. К позднепротерозойским структурам относятся Ималыкский грабен и региональные линейные зоны северо-восточного простирания - Атбастах-Торгойская и Гольцовая. К ранне-среднепалеозойским тектоническим элементам, так же принадлежат шарьяжи и надвиги.

Региональные линейные зоны разломов, как правило, являются долгоживущими, о чем свидетельствует наличие в их осевых частях позднепротерозойских даек основного и кислого состава, различных по морфологии тел щелочных и умереннощелочных пород мезозойского возраста, а также разновозрастных ураноносных гидротермально-метасоматических формаций.

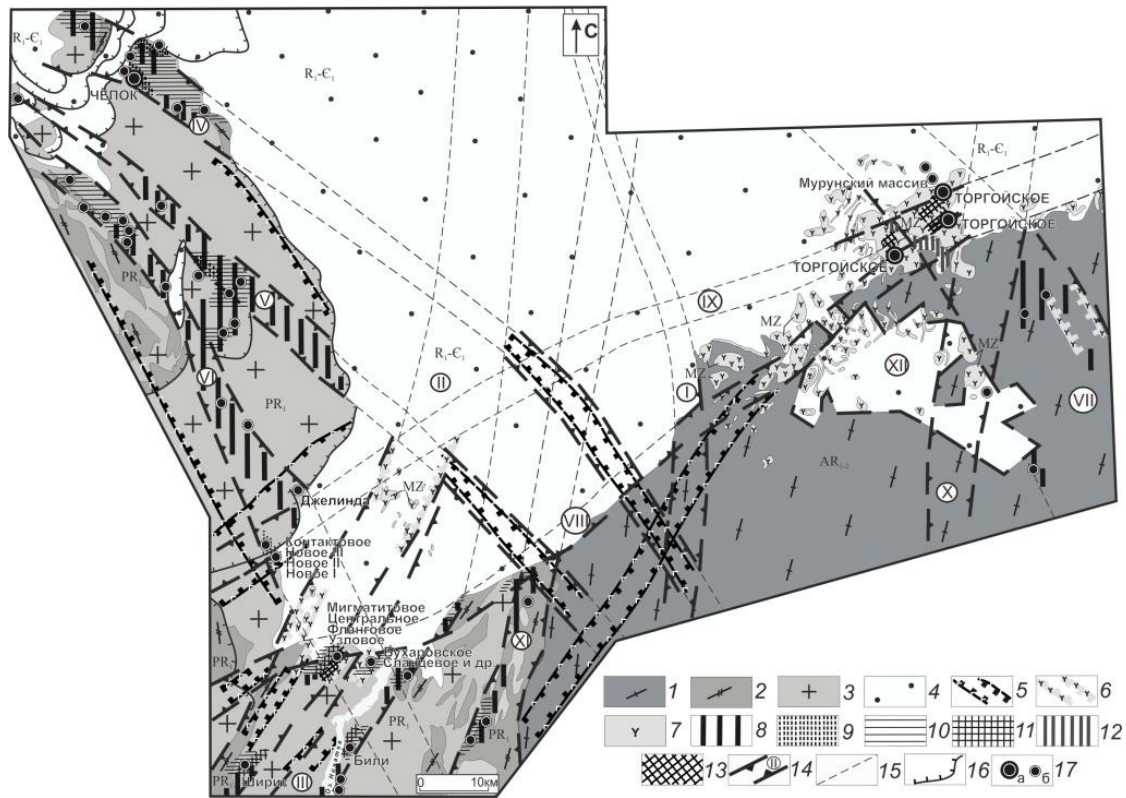


Рис. 1. Специализированная геолого-структурная схема Чарского района с проявлениями разновозрастных ураноносных гидротермально-метасоматических формаций. Составил: Н.А. Гребенкин с использованием материалов БФ “Сосновгеология” и ФГУП “ВСЕГЕИ”:

1 - ультраметаморфические, магматические и высокометаморфизованные породы Алданского щита (AR_{1-2}); 2 - метаморфические образования амфиболитовой - зеленосланцевой фаций удоканской серии Байкальской горной области (PR_1); 3 – ультраметаморфические (гранито-гнейсы) и магматические (граниты, граносиениты и др) породы кодари-удоканского комплекса Байкальской горной области (PR_1); 4 - верхнепротерозойские-нижнекембрийские стратифицированные осадочно-метаморфические отложения Березовского прогиба (R_1-C_1); 5 - область проявления даек основного состава (чайского, доросского и патомского комплексов) (R_{1-3}); 6 - область проявления даек щелочного состава ($M\Box$); 7 – различные по морфологии тела щелочных пород ($M\Box$); 8 – раннепротерозойские кремнещелочные метасоматиты (фельдшпатолиты) с уран-ториевой минерализацией; 9 - 10 - позднепротерозойские ураноносные метасоматиты; 9 – изменения с U-P оруденением; 10 – изменения с U-сульфидным оруденением; 11 – 13 - мезозойские гидротермально-метасоматические изменения; 11 - золотоносные пирит-карбонат-калишпатовые метасоматиты (гумбеиты); 12 – эгирин-калишпатовые изменения (фениты) с ториевой минерализацией; 13 – брекчиевые урановорудные гидротермалиты гидрослюда-пирит-кварц-барит-флюорит-карбонатного состава, часто совмещенные с ураноносными кварцевыми грейзенами; 14 - региональные зоны разломов и крупные

тектонические синклиновые структуры: I - Чарский, II - Жуинский, III - Ничатский, IV - Правоченчинский, V - Левочечинский, VI - Ствотах-Юсюряхский, VII - Кеме-Кебектинский, VIII - Атбастах-Торгойский, IX – Гольцовый; X - Чаро-Токкинская, XI - Урага-Холболукская, XII - Ималыкская; 15 - предполагаемые зоны региональных разломов; 16 - надвиги; 17а – месторождения урана; 17б – эндогенные рудопроявления урана

Гидротермально-метасоматические формации Чарского района. Пневмогидротермальные формации раннего протерозоя представлены скарноидами, кремне-щелочными метасоматитами и грейзенами. Последовательность раннепротерозойского пневмогидротермального минералообразования в Чарском районе отражена на рисунке 2. С кремне-щелочными метасоматитами ассоциирует урановая минерализация.

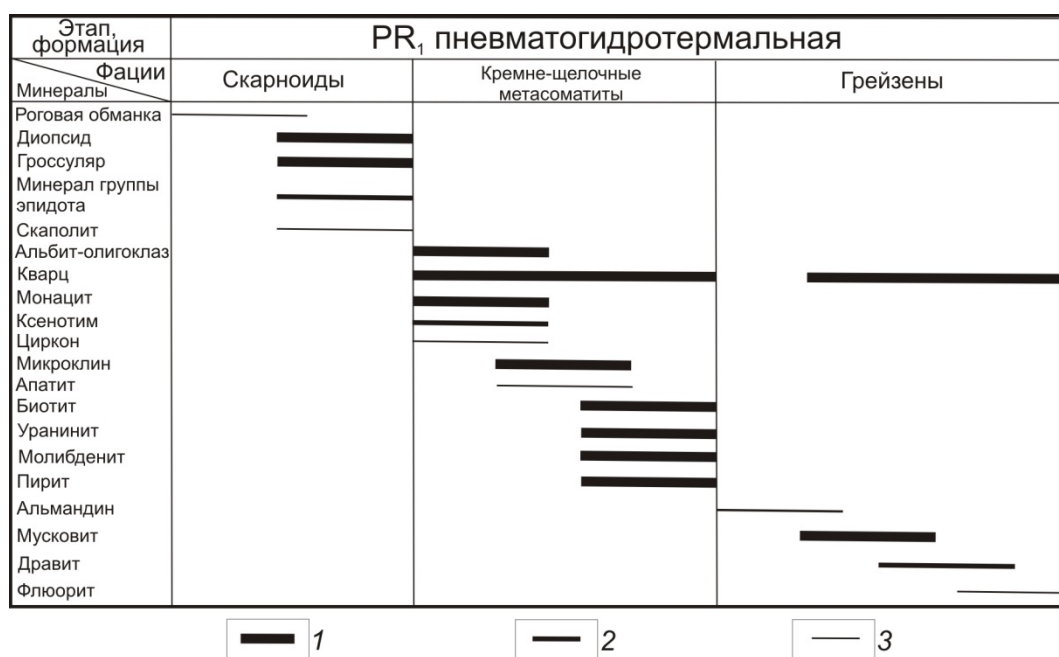


Рис. 2. Схема последовательности минералообразования в Чарском районе, в связи с раннепротерозойской пневмогидротермальной деятельностью

Кремне-щелочные метасоматиты (биотит-кварц-полевошпатовые изменения) локализованы в региональных зонах разломов архей-раннепротерозойского заложения (Ствотах-Юсюряхской, Ченчинской, Жуинской, Ничатской и др.), где часто развиваются по бластомилонитам, образуя крутопадающие тела [2].

Фельдшпатолиты лейкократовые, крупно-среднезернистые, иногда пегматоидные, сложены альбит-олигоклазом, микроклином, кварцем и биотитом. Основной объем занимают кварц и полевые шпаты с небольшим (до 5%) количеством биотита. Внутри кварц-полевошпатовой матрицы локализуются маломощные (до 1 м) линзы кварц - биотитового состава.

В зонах метасоматитов установлены маломощные (первые метры) гнезда с вкрапленной радиоактивной минерализацией, которая представлена ураноносными монацитом, ксенотимом, торийсодержащим уранинитом в ассоциации с молибденитом и пиритом. Содержание урана в породах (штуфное опробование) достигает сотен г/т.

Изотопный возраст вкрапленной радиоактивной минерализации соответствует 1800 – 1600 млн. лет [2, 4, 7, 8], что отвечает раннему протерозою.

Ураноносные кремне-щелочные метасоматиты, по сравнению с нижнепротерозойскими лейкократовыми гранитоидами Чарского района, характеризуются повышенными содержаниями (в скобках – коэффициент накопления): U(122), P₂O₅(56), Mo(25), S(24), Ce(14), La(8,5), Pb(7.7), Th(6.6), Nd(4.7), Pr(3.2), Y(3.1), Zr(2.8), Hf(2.1), что связано с присутствием уранинита, монацита, ксенотима, молибденита и циркона.

Ураноносные гидротермально-метасоматические формации и диафториты позднего протерозоя характеризуются на примере западной (проявления Джелинда, Новый I, II, Контактное и др.) и южной (Фланговое, Узловое, Бухаровское) частей Чарского района. Схема последовательности минералообразования, в связи с проявившимися здесь позднепротерозойскими процессами диафтореза и гидротермально-метасоматической деятельности преимущественно кислотного типа представлена на рисунке 3.

Диафториты, выраженные альбит-кварц-серицит-хлоритовыми изменениями с эпидотом, ортитом, апатитом, оксидом титана, сфеном, циртолитом, торитом и прожилками оксида урана, развиты в зонах региональных разломов, где локализованы ураноносные кремне-

щелочные метасоматиты. Здесь диафториты выполняет круто- и пологопадающие зоны микрокатаклаза и расланцевания различной пространственной ориентировки. В таких участках кремне-щелочные метасоматиты интенсивно деформированы и расланцованы, биотит сдавлен и изогнут, таблицы полевых шпатов и зерна кварца подроблены. Диафторез приводил к замещению слюды хлоритом и серицитом с образованием оксида титана и сфена, а также раскислению плагиоклаза, формированию внутри кварц-полевошпатовой матрицы кварц-альбитовых микропрожилков. В связи с этим процессом урансодержащая вкрапленная минерализация разрушалась с образованием ортита, апатита, циртолита, торита и настурана. Абсолютный возраст новообразованной радиоактивной минерализации из диафторированных пород составляет 1300 - 1100 млн. лет, что соответствует среднему рифею.

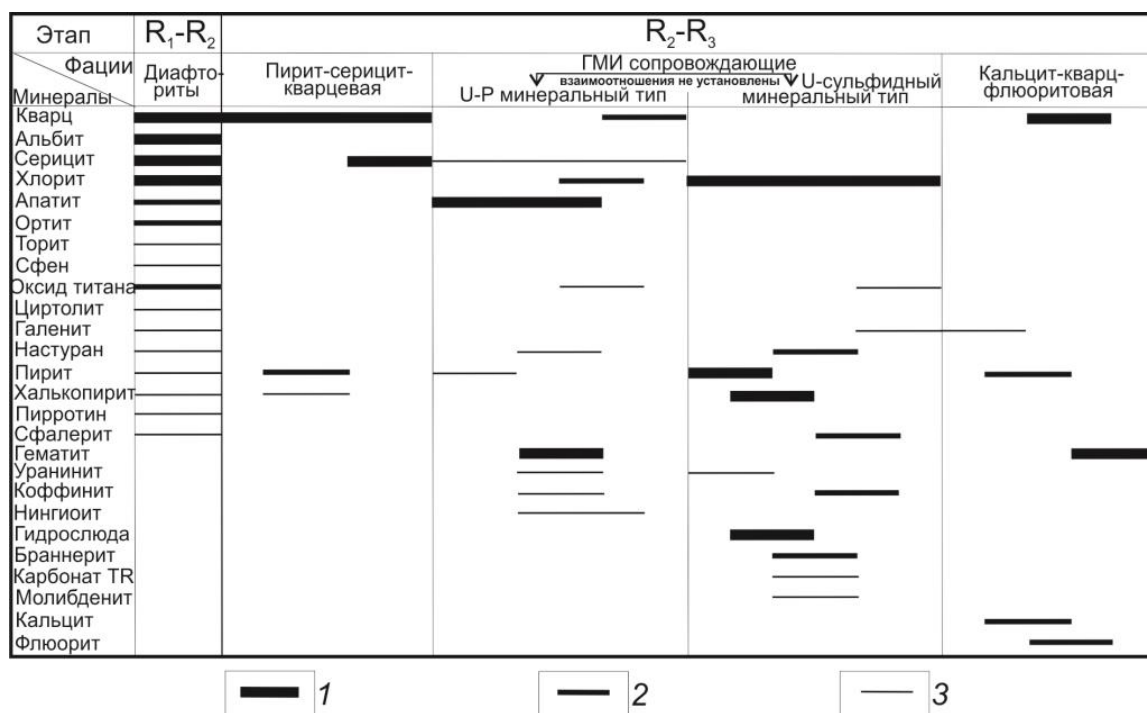


Рис. 3. Схема последовательности минералообразования, проявившиеся в южной и западной частях Чарского района, в связи с позднепротерозойскими процессами диафтореза и гидротермально-метасоматической деятельности кислотного типа

В более позднее время (поздний рифей) проявились предрудные гидротермально-метасоматические процессы кислотного характера в

виде пирит-серицит-кварцевых метасоматитов, с которыми связано U-P и U-сульфидное оруденение.

Пирит-серицит-кварцевые метасоматиты отнесены к предрудным изменениям на основании наблюдений растрескивания жил, сложенных различными по морфологии выделениями кварца, и залечивания трещин более поздней минерализацией с U-P и U-сульфидным оруденением. Пирит-серицит-кварцевые изменения приурочены к линейным региональным тектоническим структурам, где они слагают крутопадающие и разноориентированные тела брекчий и катаклазитов. Их мощность варьирует от первых десятков сантиметров до 5 – 7 метров. Вмещающие породы представлены диафторированными гранитами, кристаллическими сланцами и более древними ураноносными метасоматитами.

Гидротермально-метасоматические изменения, сопровождающие U-P оруденение, представляют собой брекчии бурого, буро-оранжевого и ярко-красного цветов. Они сложены апатитом, гетит-гематитом, хлоритом, серицитом с криптокварцем, иногда с оксидом титана и пиритом, а также тонкодисперсными выделениями уранинита, настурана, коффинита и нингиоита, которые приурочены преимущественно к кристаллам гематитизированного апатита. Данные изменения локализованы в Ствотах-Юсюряхской и Ченчинской региональных зонах, располагаясь вблизи предрифейского структурно-стратиграфического несогласия (ССН), или непосредственно под рифейским осадочно-метаморфическим чехлом, в пределах абсолютных отметок 1500 – 1600 м. В большинстве случаев они наложены на тела предрудных пирит-серицит-кварцевых метасоматитов, локализуясь в наиболее тектонически проработанных центральных участках и образуя крутопадающие линзы и маломощные (до 1 – 2 м) жилы содержащие уран до 0.01%.

Совмещенные предрудные пирит-серицит-кварцевые изменения и метасоматиты с U-P минерализацией по отношению к нижнепротерозойским лейкократовым гранитам Чарского района характеризуются повышенными концентрациями (в скобках – коэффициент накопления): P₂O₅(133), U(54), F(10), CaO(8.9), S(6.6),

Cu(3.7), Se(2.1), что обусловлено новообразованиями фторапатита, сульфидов и урановой минерализации, содержащей TR. Такие элементы, как U, Pb, Ca, F, P, Sr образуют группу с положительным коэффициентом корреляции 0.7 - 0.96.

Абсолютный возраст урановой минерализации не определен в связи с дисперсностью ее выделений. Однако установлено, что U-P оруденение наложено на нижнепротерозойскую кору выветривания и связано с метасоматитами, сопровождающими U-сульфидную минерализацию, время формирования которой датируется поздним рифеем (см. ниже).

U-сульфидное оруденение, характеризуется обильным развитием сульфидов (пирита, халькопирита, галенита и сфалерита), различных по химическому составу хлоритов (от магнезиально-железистых до железистых) и гидрослюды. Урановая минерализация развита в виде вкрапленности браннерита, безториевого уранинита, прожилков настурана и коффинита. В западной части района эти изменения контролируются региональными структурами северо-западного простирания (месторождение Чепок и ряд рудопроявлений), а на юге - Ничатской и Жуинской многошовными зонами разломов (рудопроявления Бухаровское и Мигматитовое). Здесь они локализованы в серии субширотных и субмеридиональных швов более высокого порядка. Протяженность зон - от первых сотен метров до двух километров. Суммарные стволовые мощности интервалов дробления, с учетом целиков слабо нарушенных вмещающих пород, варьируют от первых метров до 65 метров в стержневой части. Зоны гидротермально-метасоматической проработки с урановым оруденением локализованы в пределах абсолютных отметок 200 - 600 м, непосредственно под рифейским осадочно-метаморфическим чехлом, исключительно в породах фундамента – углеродсодержащих кристаллических сланцах и бластомилонитах, где часто развиты предрудные пирит-серицит-кварцевые изменения.

Зоны, вмещающие урановое оруденение, представляет собой систему сближенных маломощных швов катаклазитов, брекчий и участков сгущения разнонаправленной минерализованной

трещиноватости. Периферию зон составляет бедное оруденение с вкрапленной и прожилково-вкрапленной урановой минерализацией, сформировавшееся в процессе метасоматического замещения и представленное преимущественно браннеритом и безториевым уранинитом. К центральным, интенсивно брекчированным и гидротермально-проработанным участкам зон приурочено наиболее богатое прожилковое настуран-коффинитовое оруденение. Содержание урана варьирует от 0.01 % в краевых частях оруденелых зон и до 1.8% в местах максимальной тектоно-метасоматической проработки.

Геохимическое сравнение метасоматитов с U-сульфидной минерализацией и безрудных нижнепротерозойских сланцев Чарского района показало, что первые характеризуются высокими содержаниями (в скобках коэффициент накопления): U(304), Pb(21), Mo(12.6), S(10.4), Se(5.9), Cd(5.7), As(4.6), \square_n (4.2), Yb(2.5), Nb(2.3) и Y(2.2). Обогащение U и TR обусловлено урановой минерализацией, содержащей в своем химическом составе Y и Ce. В ассоциации с настураном и коффинитом устанавливаются галенит с Se, сфалерит с примесью Cd, а также пирит, в том числе мышьяксодержащий. В наиболее оруденелых участках отмечаются включения молибденита. Наличие Nb обусловлено присутствием ниобийсодержащего оксида титана. Между U, Pb, Y и Mo установлена положительная связь, характеризующаяся коэффициентом корреляции 0.6 - 0.9. Намечающаяся положительная корреляционная зависимость ($K_{кор}$ 0.3-0.6) отмечается между вышеперечисленной группой элементов, а также As, \square_n , Ce, Se и Yb.

Л.В. Суминым на твердофазном масс-спектрометре Pb–Pb методом определен возраст прожилковой настуран-коффинитовой минерализации 600 - 800 млн. лет, что отвечает позднему рифею.

Сходные гидротермально-метасоматические образования установлены в северо-западной части территории, на урановом месторождении Чепок и ряде рудопроявлений урана.

Гидротермально-метасоматические формации мезозоя. Завершение процессов эндогенного уранового рудообразования в Чарском районе связано с мезозойской гидротермально-метасоматической деятельностью. Эти изменения масштабно проявились

в пределах Мурунского массива, а также в южной части района. Их детальное геолого-минералогическое изучение проводилось автором на рудопроявлениях Фланговое и Узловое. На рисунке 4 приведена схема последовательности мезозойского гидротермально-метасоматического минералообразования в южной части Чарского района.

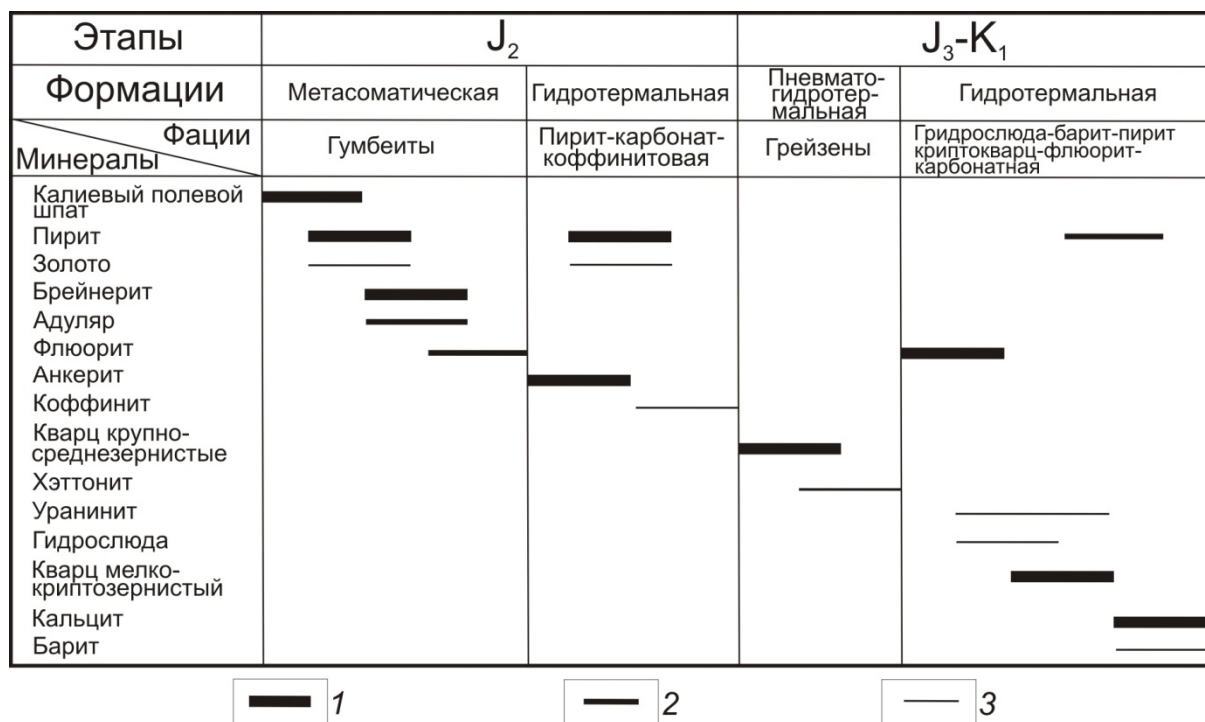


Рис. 4. Схема последовательности мезозойского гидротермально-метасоматического минералообразования в южной части Чарского района

Гумбеиты (пирит-карбонат-калишпатовые изменения) откартированы автором и предшествующими исследователями исключительно на юге территории (рудопроявления Фланговое, Узловое, Ширик и др.), где приурочены к Жуинской многошовной зоне разломов. Тела гумбеитов тяготеют к экзоконтактам даек роговообманковых порфиров и имеют север-северо-восточное простирание (аз. 10-30°), образуя серии швов мощностью 1-5 м. Их протяженность составляет километры.

Метасоматиты характеризуются бурой и ярко-оранжевой окрасками, брекчиевой, струйчатой и сетчатой текстурами. Они развиты по кристаллическим сланцам и гранитам, значительно реже по роговообманковым порфирам. Гумбеиты сложены бурым

калиевым полевым шпатом, адуляром, карбонатами, флюоритом и пиритом, содержащим тонкодисперсное золото.

Ресурсы золота в пределах рудопроявлений Фланговое и Узловое оцениваются в 2.3 т при содержании золота 1 г/т.

В зонах гумбеитизации отмечаются маломощные (первые миллиметры) прожилки пирит-карбонат-коффинитового состава. В пределах Эльконского горста возраст пирит-карбонат-калишпатовых изменений датируется средней юрой.

В позднеюрское-раннемеловое время возобновилась тектоно-магматическая деятельность, в заключительную стадию которой формировались *фениты и грейзены* с ториевой и уран-ториевой минерализациями, а затем *брекчиевые гидротермалиты*, сложенные кварцем, флюоритом, баритом, гидрослюдой, оксидами титана, карбонатами, фосфатами и сульфидами с урановым и уран-ториевым оруденением. Эти изменения, проявленные в Мурунском массиве, в прошлые годы были детально изучены и описаны Т.В. Билибиной, В.П. Роговой, И.С. Минеевой, Г.В. Дитмаром и другими исследователями. Ниже приведена их краткая характеристика.

Фениты или эгирин-полевошпатовые метасоматиты с редкоземельно-ториевой минерализацией наиболее интенсивно проявлены в восточной части района, где приурочены к периферии Маломурунского массива. Мощность фенитовых ореолов варьирует от первых метров до первых сотен метров. К числу рудных, акцессорных и второстепенных минералов относятся галенит, халькопирит, борнит, анатаз, циркон, апатит, бенстонит, тинаксит и чароит. Фенитизация проявилась до завершения становления главных пород Мурунского массива, абсолютный возраст которых оценивается в 150 - 130 млн. лет, что соответствует поздней юре – раннему мелу.

Грейзены преимущественно кварцевые изменения с ториевой или урановой минерализацией тяготеют к внутренней части Мурунского массива. Они локализованы в зонах субмеридионального и северо-восточного направлений. Их протяженность составляет 200 - 400 м, а мощность колеблется от 0.5 до первых метров. Основным минералом метасоматитов является разноминеральный кварц белого и

серого цвета. Он слагают жилы замещения и выполнения свободного пространства, внутри которых отмечаются выделения торита, либо браннерита. Также в жильном кварце часто присутствуют гнезда и вкрапления хэттонита, анатаза, магнетита, пирита, циркона, апатита, барита, лепидолита и тонкодисперсного золота.

Урановорудные брекчиевые гидротермалиты Торгойского месторождения локализованы в многочисленных крутопадающих зонах дробления, брекчирования и катаклаза. Минерализованные зоны, являющиеся оперяющими Атбастах-Торгойского и Гольцового разломов, сгруппированы в системы субмеридионального и северо-восточного направлений. Их протяженность варьирует от первых сотен метров до первых километров, а мощность - от первых десятков сантиметров до первых сотен метров. Гидротермалиты слагают цемент в неоднократно брекчированных породах, который представлен флюоритом (от бесцветного до темно-синего), криптокварцем, баритом, фосфатами, гидрослюдой, карбонатами в виде доломита, кальцита и стронцианита, тонко рассеянной вкрапленностью сульфидов (пирита, халькопирита, галенита, блеклой руды и др.) и оксидов титана (анатаза и рутила). Урановая минерализация представлена оксидом урана, в меньшей степени коффинитом.

Сходные грейзены и брекчиевые гидротермалиты описаны нами в южной части района, в зонах золотоносных пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов. Здесь, в результате взламывания тел гумбеитов, вначале происходило отложение кварцевых жил (грейзенов) с вкрапленным хэттонитом, а после очередных тектонических подвижек образовывались брекчии, выполненные гидрослюда-пирит-кварц-барит-флюорит-карбонатным цементом с тонкодисперсным уранинитом.

Нормирование пространственно совмещенных гумбеитов, пирит-карбонат-коффинитовых новообразований, кварцевых метасоматитов и жильных гидротермалитов относительно кристаллических сланцев показало, что метасоматиты характеризуются повышенными концентрациями (в скобках коэффициент накопления): As (91), U(11.1), Sb(6.1), F(4.6), Pb(3),

Th(2.7), Mo(2.7), S(2.5), K₂O(2.2), Se(2.2), W(2.2), Nb(2.1) и Au.

Заключение. Таким образом установлено, что в Чарском районе формирование и преобразование урановых концентраций было связано с масштабной раннепротерозойской пневматогидротермальной деятельностью, проявившейся в зонах региональных долгоживущих разломов северо-западного и субмеридионального простираний в виде ураноносных кремне-щелочных метасоматитов с вкрапленостью уранинита, урансодержащих монацита и ксенотима, а также с более поздними локальными гидротермально-метасоматическими процессами, датируемыми позднепротерозойским и мезозойским временем. Основное значение для уранового рудообразования имели позднепротерозойские процессы. В среднерифейское время в условиях активной тектонической деятельности они выразились диафторезом вмещающих пород и ураноносных фельдшпатолитов. В позднерифейское время в региональных зонах разломов проявились гидротермально-метасоматические изменения кислотного типа в виде пирит-серицит-кварцевых метасоматитов, а также более поздних образований с уран-фосфорным и уран-сульфидным оруденением месторождения Чепок, рудопроявлений Бухаровское, Мигматитовое и др. Наиболее молодые процессы эндогенного уранового рудообразования в Чарском районе обусловлены мезозойской тектономагматической активизацией, сопровождавшейся очередным подновлением региональных тектонических структур и возникновением разломов более высокого порядка, в которых проявились гидротермально-метасоматические процессы. Они выразились образованием сперва золотоносных пирит-карбонат-калишпатовых метасоматитов и более поздних фенитов, грейзенов и брекчиевых гидротермалитов с ториевой, уран-ториевой и урановой минерализациями, которые слагают месторождение Торгойское и рудопроявления Фланговое, Узловое и другие.

Полученные данные об особенностях и эволюции уранового рудогенеза в Чарском районе свидетельствуют о перспективности рассматриваемой территории на обнаружение промышленных объектов эндогенного класса, в первую очередь связанных с

позднепротерозойской эпохой тектоно-магматической активизации, когда были сформированы уникальные месторождения типа «несогласия» в Канаде и Австралии.

Литература

1. Макарьев Л.Б., Шувалов Ю.М. Перспективы выявления комплексного уранового оруденения в позднепротерозойских несогласиях юга Восточной Сибири // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 141. М.: ВИМС, 2000. С. 26–28.

2. Макарьев Л.Б., Былинская Л.В., Павлов М.В. Урановое и благороднометальное оруденение северной части Нечерского поднятия (Бульбухтинская площадь): вещественные особенности и стадийность формирования // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 147. М.: ВИМС, 2005. С. 69-83.

3. Макарьев Л.Б. и др. Нечеро-Ничатский урановорудный район (ведущие типы оруденения, обстановки локализации и перспективы) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 150. М.: ВИМС, 2006. С. 5–17.

4. Мельников С.И. и др. Радиоактивная минерализация Ничатской площади (рудно-формационные типы, их размещение, перспективы на обнаружение промышленных скоплений урана) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 156. М.: ВИМС, 2011. С. 105-115.

5. Пушкаренко А.И. и др. Геологическое строение и рудоносность Бульбухтинской площади // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 145. М.: ВИМС, 2004. С. 130-144.

6. Толкачев А.Е., Тюленева В.М., Шашорин Б.Н. Тектонические и минералого-геохимические особенности формирования урановых и золоторудных концентраций в обрамлении Нечерского поднятия (Северное Забайкалье) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 145. М.: ВИМС, 2004. С. 145-158.

7. Тюленева В.М. Особенности ураново-рудной минерализации на Бульбухтинской площади Чарского района // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 144. М.: ВИМС, 2002. С. 153-163.

8. Тюленева В.М. и др. Минеральные ассоциации, эпохи и эволюция уранового рудогенеза в Северном Прибайкалье // Разведка и охрана недр. М., 2009. №3. С. 25-32.

9. Шашорин Б.Н., Толкачев А.Е., Афанасьева Р.Н. Структурные и палеотектонические обстановки формирования золотого и уранового оруденения в покровно-складчатых сооружениях бассейна рек Ходокан и Бульбухта (Северное Забайкалье, Бодайбинский район) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 144. М.: ВИМС, 2002. С. 1542-1552.

10. Шашорин Б.Н. Палеотектоника, этапы структурной эволюции и ураноносность Ажитканского вулcano-плутонического пояса (к методологии научного прогноза и поисков месторождений урана в Северном Прибайкалье) // Материалы по геологии месторождений урана, редких и редкоземельных металлов. Вып. 155. М.: ВИМС, 2010. С. 211-223.

Е.С.Никитина, Д.А.Прохоров (ФГУП «ВИМС»)

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ УРАНОВОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАМАРУ И МИНЕРАЛОГО-
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД И
РУДОВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД (ВИТИМСКИЙ
УРАНОВОРУДНЫЙ РАЙОН)***

Рассмотрено геологическое строение экзогенно-эпигенетического уранового месторождения Намару Витимского урановорудного района, оруденение которого локализовано в сероцветных, хорошо проницаемых породах неогена. Приведены: стратиграфическое расчленение, литологический и химический составы пород рудовмещающей осадочной толщи; результаты минералого-петрографических исследований осадочных пород руд и рудовмещающей толщи. Установлены признаки поствулканического процесса, представленного новообразованиями смектита, дисульфидов железа и сидерита. Выявлено, что при наложении на ранее сформировавшееся оруденение, этот процесс приводит к переотложению урана. Электронно-микроскопическими и микрозондовыми исследованиями установлено, что основной минеральной фазой урана является фосфат U^{+4} .

Ключевые слова: экзогенно-эпигенетическое урановое месторождение; Витимский урановорудный район; нингиоит; поствулканический процесс.

Экзогенно-эпигенетическое урановое месторождение Намару «палеодолинного» типа, открытое в 1981 г., расположено в Витимском урановорудном районе в пределах Хиагдинского рудного поля (рис. 1). Урановое оруденение локализовано в хорошо проницаемых отложениях, выполняющих субмеридионально ориентированные палеораспадки (Намару-1,2,3,4,5), расчленяющие

* Опубликовано в журнале «Известия вузов. Геология и разведка». 2012. №4. С. 26-31.

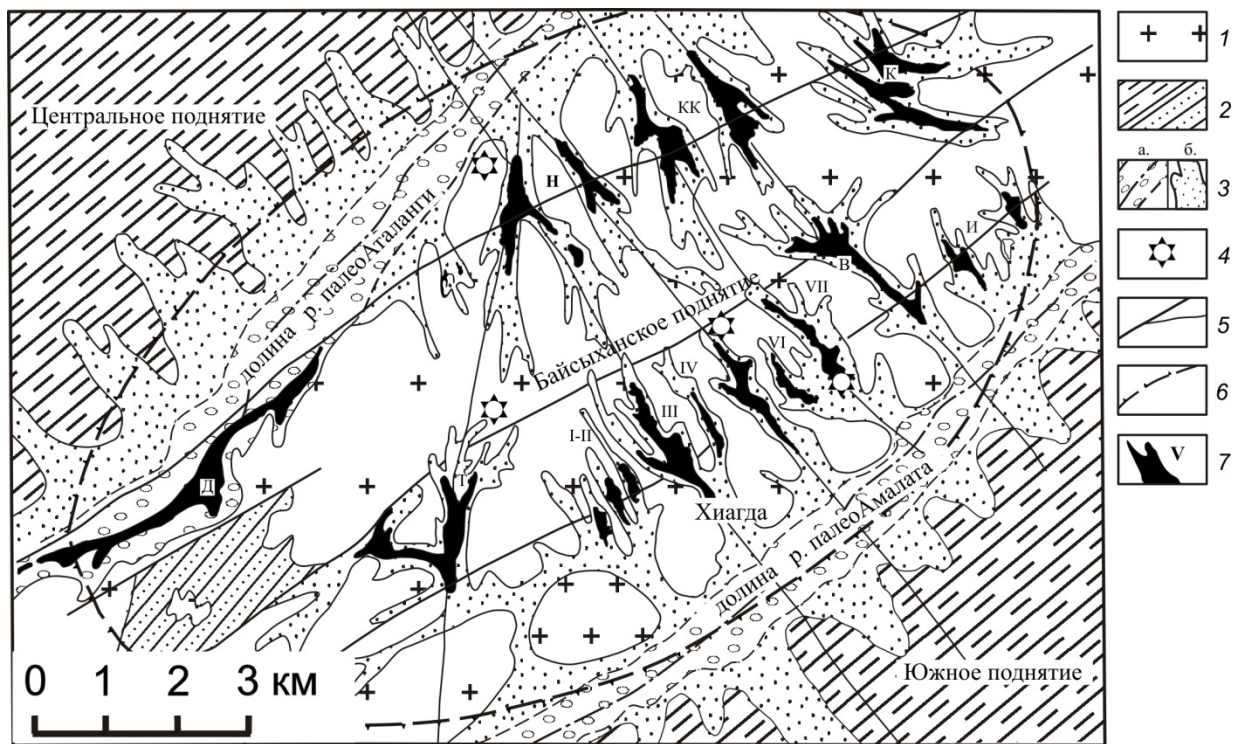


Рис. 1. Структурная схема Хиагда́нского рудно́го по́ля со снятым покровом кайнозойских базальтов (Коноплев А.Д., 1989 г.):

1 – гранитоиды фундамента Pz₂₋₃; 2 – кристаллические сланцы, метапесчаники PR₃-Pz₁; 3 – погребенные неогеновые палеодолины: а – стволые, б – боковые притоки; 4 – неогеновые вулканические аппараты; 5 – разрывные нарушения; 6 – контур Байсыханского сводового поднятия; 7 – рудные залежи месторождений: I-VII – Хиагда, Д – Дыбрын, К-К – Коретконде, Н – Намару, Т – Тетрах, И – Источное, К – Количикан.

северный склон Байсыханского грядово-холмистого поднятия. Устьевая часть этих структур открывается в широкую Аталангинскую межгрядовую аллювиальную равнину, расположенную между Байсыханской и Центральной палеогрядами. По крутопадающему Кореткондинскому разлому рудовмещающие отложения и руды вертикально смещены примерно на 120 м. Палеораспадки выполнены неогеновыми отложениями, подразделяемыми на осадочную (нижнюю, N_{1dz1}), вулканогенно-осадочную (среднюю, N_{1dz2}) и вулканогенную (верхнюю, плато-базальты) литогенетические ассоциации (пачки или подсветы) джилиндинской свиты (N_{1dz}). Месторождение представлено пятью рудными залежами лентообразной формы протяженностью от 3 до 4,5 км, шириной от 0,2 до 1,0 км и мощностью до 12 – 15 м. Оруденение локализовано в

базальных частях разреза, преимущественно в тальвеговых частях палеораспадов.

Литолого-фациальные особенности строения рудовмещающих отложений палеораспадов Намару-2, 3

Продуктивные отложения представлены делювиально-овражными отложениями палеораспадов общей мощностью 10 – 30 м, залегающими на коре выветривания по породам фундамента (рис. 2).

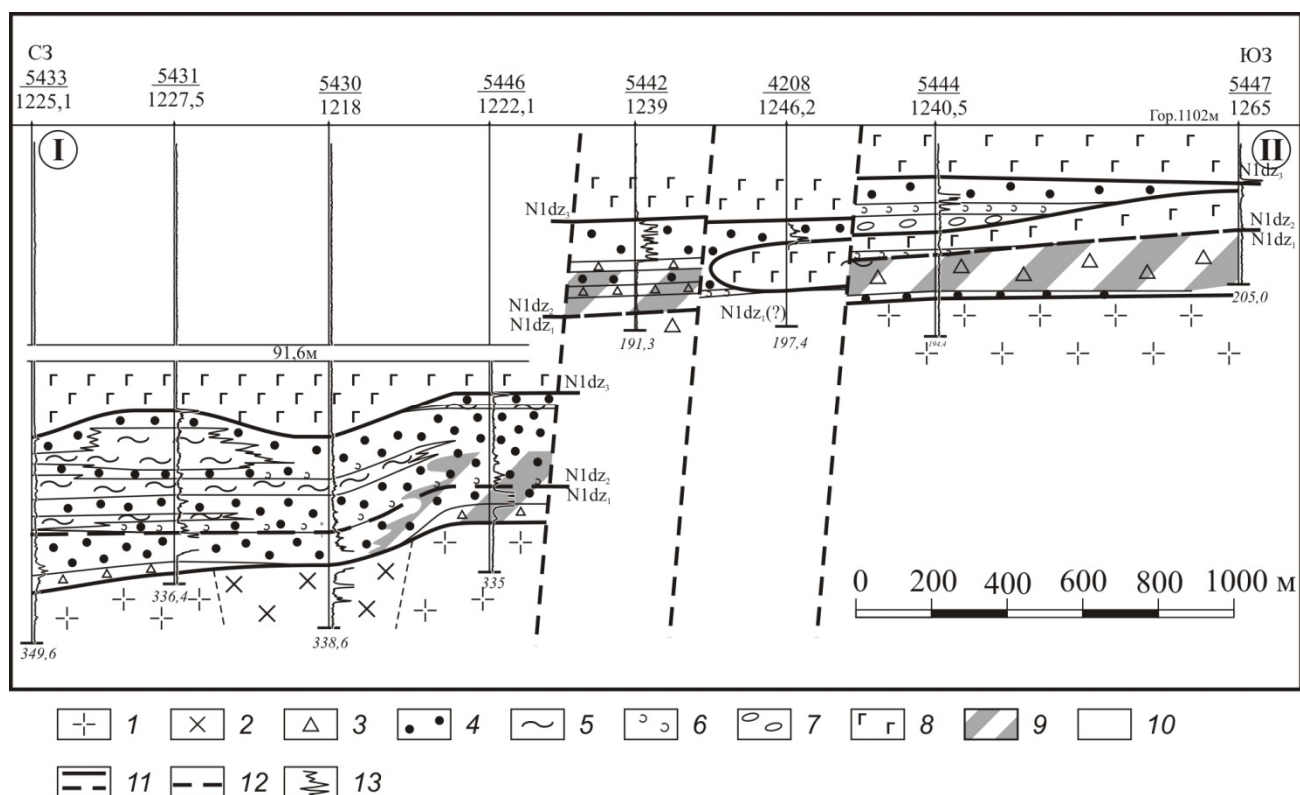


Рис. 2. Продольный геологический разрез через палеодолину Намару-2 по линии I-II:

1 – витимканский гранитоидный комплекс (γPz_{1V}); 2 – диориты баргузинского гранитоидного комплекса (γPR_{2b}); теригенные отложения джилдинской свиты ($N_1 dz$) выполняющие палеораспадки: 3 – хлидолиты с прослоями песков; 4 – пески с линзами глин, прослоями туфов и туффитов; 5 – алеврито-глинистые отложения с линзами песков; 6 – туфы, туффиты, примесь вулканического материала; 7 – галечники, гравелиты; 8 – покровы базальтов; цветовые типы разрезов: 9 – сочетание сероцветного, белого и желтоцветного, 10 – сероцветный; 11 – стратиграфические границы; 12 – разрывные нарушения; 13 – кривые гамма-каротажа.

В профиле коры выветривания, развитой по гранитоидам, гранитизированным гнейсам и гранодиоритам специализированным

на уран выделяются (снизу вверх): зона дезинтеграции мощностью более 10 – 20 м и зона глинистых пород мощностью 4 – 15 м, окрашенные в зеленый и желто-охристый цвет.

Рудовмещающие отложения осадочной пачки залегают на желто-цветной и зелено-цветной глинистой коре выветривания и сформированы за счет ее размыва. На склонах распадков и иногда в их тальвеговой части залегают несортированные делювиальные дресвяно-песчано-алеврито-глинистые (хлидолиты) и щебнисто-дресвяные отложения мощностью 3 – 4 м охристого и зеленоватого цвета. Щебень и дресва представлены обломками гранитов, гранитизированных гнейсов и гранодиоритов, песчаный материал, главным образом, полевым шпатом и кварцем, глинистый цемент – монтмориллонитом, гидрослюдой и каолинитом. Выше по разрезу залегают отложения склоновых и тальвеговых водотоков – разнозернистые сероцветные полевошпат-кварцевые пески, алевриты с углефицированными растительными остатками, мощностью порядка 10 м. Наиболее широко в разрезе осадочной пачки распространены сероцветные породы, обогащенные углефицированными растительными остатками и характеризующиеся высокой восстанавливающей способностью. В верхних частях первично желто-цветных делювиальных (возможно, частично эпигенетически окисленных) хлидолитов и щебнисто-дресвяных отложений развиты белые песчаные породы, окраска которых обусловлена процессом вторичного восстановления гидроксидов железа глеевыми водами.

Отложения осадочной пачки в поднятом блоке представлены только делювием, а осадки распадков установлены за разломом в опущенном блоке, что свидетельствует о наличии уступа в центральной части склона Байсыханского поднятия во время начала осадконакопления, обусловленном тектоническими перемещениями по долгоживущему Кореткондинскому разлому во время образования Байсыханской палеогряды. Выше по разрезу залегают сероцветные отложения средней вулканогенно-осадочной пачки мощностью 12 – 24 м, характеризующиеся чередованием массивных, миндалекаменных

базальтов, их шлаков, туффитов, туфов, сероцветных полевошпат-кварцевых разнозернистых несортированных песков, хлидолитов, алевроитов, содержащих примесь пеплового материала, мелкие обломки базальтов и углефицированные растительные остатки. Базальты нередко изменены до глинистого состояния, а пески содержат значительное количество монтмориллонита за счет разложения пеплового материала. Осадки представлены делювиальными, склоновыми и тальвеговыми отложениями палеораспадов, среди которых распространены маломощные потоки базальтов и шлейфы вулканогенно-осадочных пород (туфы, туффиты, туфопесчаники), развивавшиеся от вулканов центрального типа.

Вулканогенно-осадочная пачка перекрыта многочисленными покровами массивных, миндалекаменных базальтов и их шлаков верхней вулканогенной пачки, образующих Витимское (Амалатское) плато базальтов.

По долгоживущему Кореткондинскому разлому и оперяющим его тектоническим нарушениям установлены сдвиговые перемещения и вертикальное ступенчатое смещение продуктивных отложений на 130 – 140 м. Вероятнее всего, этот разлом носит как постседиментационный, так и конседиментационный характер.

Эпигенетические закономерности локализации уранового оруденения

В поднятом блоке оруденение вскрыто в отложениях осадочной и вулканогенно-осадочной пачек, в опущенном – только в осадочной, что свидетельствует об уменьшении скорости движения рудоформирующих грунтово-пластовых кислородных вод во время формирования средней пачки и, соответственно, о более выположенном рельефе в это время. В плане в верховьях и около бортов распадов развиты первично желтоцветные хлидолиты, в направлении к центральной части распадов они сменяются зоной белых вторично восстановленных пород с реликтами желтоцветов, затем зоной белых пород и далее – первично сероцветными отложениями (рис. 3). Аналогичная зональность отмечается и в разрезе (рис. 2). Предполагается, что желтоцветная зона

окисления наращивает зону первично желтоцветных делювиальных осадков в направлении движения кислородных вод, но в настоящее время она вторично восстановлена и представлена белесыми породами. Нередко эти зоны характеризуются наличием аномальных концентраций урана за счет его сорбции на гидроксидах железа. Оруденение вертикально смещено по Кореткондинской зоне разлома на 130 – 140 м, что свидетельствует о проявлении тектонической активизации перед излияниями плато-базальтов.

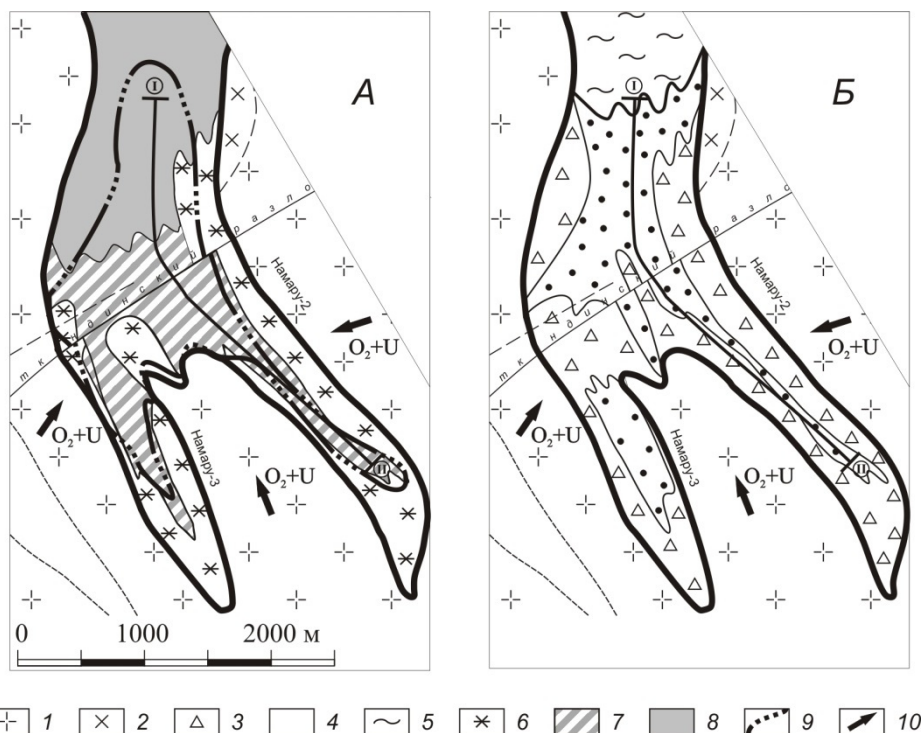


Рис. 3. Локализация оруденения в геохимических (А) и литолого-фациальных (Б) зонах палеораспадов Намару-2, 3 (Геологоразведочная партия №130 «Сосновгеология», 2011 г., с дополнениями Никитиной Е.С.):

1 – витимканский гранитоидный комплекс (γP_{1v}); 2 – гранитоиды баргузинского гранитоидного комплекса (γPR_{2b}); теригенные отложения джилдиндинской свиты (N_{1dz}) выполняющие палеораспадки; 3 – хлидолиты с прослоями песков; 4 – пески с линзами глин, прослоями туфов и туфитов; 5 – алеврито-глинистые отложения с линзами песков; геохимические типы разрезов: 6 – желтоцветный, охристый; 7 – сочетание сероцветного и белоцветного; 8 – сероцветный; 9 – контур локализации оруденения; 10 – предполагаемые направления движения уран содержащих кислородных вод.

Оруденение локализуется в сероцветных отложениях, обогащенных углефицированными растительными остатками, определяющих высокую восстанавливающую способность осадков на границе выклинивания белесых, вторично восстановленных пород. В

ряде случаев оруденение незначительно смещается в белесые породы, но, как правило, оно характеризуется непромышленными содержаниями и мощностью и эти запасы относятся к забалансовым. Промышленное оруденение концентрируется в нижней части разреза осадочной толщи в центральной части распадков и выклинивается в направлении от верховьев к их устью, что обусловлено направлением движения рудоформирующих урансодержащих кислородных грунтово-пластовых вод от верховьев и бортов распадков к устью.

Маломощные интервалы с повышенными содержаниями урана иногда встречаются в отложениях вулканогенно-осадочной пачки непосредственно под базальтами и в базальтах, преобразованными гипергенными процессами. Эти концентрации урана относятся к непромышленным и связаны, по-видимому, с формированием зоны поверхностно-грунтового окисления, развивавшейся по нижнему покрову базальтов и в верхней части разреза осадков.

Локальными рудоконтролирующими факторами являются: литологический и минералогический. Литологический фактор выражен в концентрации наиболее богатого оруденения в более тонкозернистых, преимущественно глинистых породах, что обусловлено, во-первых, максимальной концентрацией в них сингенетических восстановителей (углефицированных растительных остатков) и, во-вторых, более длительным контактом урансодержащих вод с породой при их более медленном просачивании в хуже проницаемых, по сравнению с песками, породах.

Минералогический фактор выражен в концентрации урана, во-первых, в интервалах, обогащенных пепловым материалом и, во-вторых, в участках разреза, обогащенных «органо-сметитом». Интервалы, обогащенные пепловым материалом, представлены глинистыми, существенно монтмориллонитовыми титан содержащими породами, образовавшимися за счет разложения пепла на стадии сингенеза и раннего диагенеза. Известно, что лейкоксенизированные титанаты и монтмориллонит отличаются высокой сорбционной способностью, поэтому концентрация урана в подобных «глинизированных» породах объясняется их высокой

сорбционной способностью и литологическим фактором.

«Органо-сметиты» сформировались, по нашему мнению, во время вулканической деятельности одновременно с образованием вулканогенно-осадочной и вулканогенной пачек за счет воздействия на осадки восходящих поствулканических фумарол. Сметит, основой которого, по данным РКФА является монтмориллонит, псевдоморфно «замещал», иногда целиком, углефицированные растительные остатки, в результате чего образовался минеральный агрегат бурого цвета, характеризующийся резко повышенными сорбционными и восстанавливающими свойствами [3]. По данным петрографических исследований установлено, что он нередко полностью слагает цемент проницаемых пород и часто содержит мельчайшие включения пирита.

К пострудным наложенным процессам, кроме вторичного восстановления, связанного с влиянием сингенетических восстановителей, относятся преобразования пород, обусловленные воздействием на них восходящих углекислых вод. Наиболее интенсивно этот процесс проявлен вблизи Кореткондинского разлома в верхней части разреза осадков под базальтами, являвшимися «экраном» и в нижней части покровов базальтов. Этот термальный процесс, фиксирующийся наложенной пирит-монтмориллонит-карбонатной (сидерит) ассоциацией, по-видимому, ближе всего к фумарольно-сульфатарной деятельности вулканогенных центров. Формирование оруденения не связано с этим процессом и предполагается лишь очень незначительное перераспределение урана, не влияющее на качество руд и морфологию рудных тел.

Геохимическая характеристика руд и рудовмещающих пород

Базальты и их туфы характеризуются высокими содержаниями TiO_2 1,73 – 3,01% и Fe_2O_3 2,84 – 18,28%, средние значения которых превышают кларк в 2 раза и более (таблица). Кроме того, в базальтах, по сравнению с кларком, в среднем на порядок выше содержания U 0,004%, Pb 0,001% и Se 0,01%, а количество MgO 3,18% ниже в среднем в 2 раза.

Химический состав базальтов (вес. %)							
	MgO	Fe2O3	TiO2	U	Pb	Se	Ce
<i>Кларки, % (по А.П. Виноградову)</i>							
	6,03	5,37	1,39	0,0005	0,0008	0,000005	0,00045
min	0,5954	5,0016	1,95087	0,001	0,00053	0,0001	0,0083
max	8,123	13,3	3,01476	0,0133	0,00285	0,0002	0,0118
среднее	3,18	9,90	2,41	0,004	0,001	0,0001	0,010
Химический состав туфов (вес. %)							
min	0,70	2,84	1,73	0,002	0,001	0,0001	0,012
max	3,20	18,28	0,03	0,033	0,003	0,0002	0,030
среднее	2,07	11,91	0,02	0,0112	0,0016	0,0002	0,02
Химический состав песков белых (вес. %)							
1	0,36	2,1	0,54	0,0009	0,0033	0,0001	0,0056
Химический состав песков желтых (вес. %)							
min	0,41	4,75	0,38	0,0007	0,0030	0,0001	0,01
max	0,61	5,88	0,54	0,0017	0,0033	0,0002	0,01
среднее	0,47	5,38	0,46	0,0013	0,0032	0,0001	0,01
Химический состав песков серых (вес. %)							
<i>Кларки, % (по А.П. Виноградову)</i>							
	1,16	1,07	0,25	0,00005	0,0007	0,000005	0,0092
min	0,1031	0,89	0,21	0,001	0,002	0,0001	0,005
max	0,8892	3,64	1,02	0,009	0,004	0,0001	0,012
среднее	0,3149	1,49	0,50	0,003	0,003	0,0001	0,008
Химический состав алевроито-глинистых пород (вес. %)							
<i>Кларки, % (по А.П. Виноградову)</i>							
	2,44	4,02	0,65	0,00037	0,002	0,00006	0,0059
min	0,348	1,244	0,502	0,0007	0,0030	0,0001	0,0050
max	1,431	8,319	1,194	0,0087	0,0057	0,0002	0,0252
среднее	0,671	2,472	0,783	0,0027	0,0039	0,0001	0,0114
Химический состав хлидолитов белых (вес. %)							
min	0,443	1,486	0,333	0,0010	0,0008	0,0001	0,0068
max	0,551	3,004	0,364	0,0072	0,0017	0,0001	0,0087
среднее	0,483	2,078	0,353	0,0031	0,0012	0,0001	0,0078
Химический состав хлидолитов желтых (вес. %)							
min	0,295	3,246	0,388	0,0006	0,0017	0,0002	0,0078
max	0,940	17,910	0,546	0,0070	0,0032	0,0005	0,0096
среднее	0,519	7,036	0,447	0,0020	0,0026	0,0004	0,0089
Химический состав хлидолитов серых (вес. %)							
min	0,327	1,567	0,494	0,0011	0,0022	0,0001	0,0087
max	1,983	5,567	0,879	0,0071	0,0043	0,0001	0,0103
среднее	0,943	3,214	0,681	0,0036	0,0029	0,0001	0,0093

В белых и серых безрудных песках содержания TiO_2 в среднем 0,54% и 0,5% соответственно, Fe_2O_3 2,1 и 1,5%, в желтых TiO_2 в среднем 0,46%, Fe_2O_3 5,3%. В серых безрудных алеврито-глинистых породах вариации содержаний TiO_2 0,5 – 1,19%, Fe_2O_3 от 1,2 до 8,3%, что в 1,5-2 раза выше кларка. В серых безрудных хлидолитах вариации содержаний TiO_2 0,5 – 0,8%, Fe_2O_3 1,5 – 5,5%, в белых – TiO_2 0,33 – 0,36%, Fe_2O_3 1,4 – 3%, в желтых TiO_2 0,38 – 0,54%, Fe_2O_3 3,2 – 18%. Высокие содержания титана и железа в хлидолитах обусловлены их повышенными количествами в коре выветривания гранитов. Таким образом, в осадочных породах при одновременно высоких содержаниях TiO_2 ($\geq 1\%$) и Fe_2O_3 ($> 2\%$) можно предполагать наличие вулканогенного материала, однако высокие содержания железа могут быть обусловлены наличием дисульфидов железа, материалом железосодержащей коры выветривания.

Анализ серии проб, характеризующих вертикальный разрез коры выветривания по гранитам, был проведен с целью определения комплекса элементов, характерных для различных типов пород фундамента и коры выветривания по ним.

К сожалению, из-за отсутствия каменного материала, не оказалось возможным дать характеристику гранитам.

В профиле коры выветривания распадков Намару-2, 3 выделяют желтоцветную (верхнюю) и зеленоцветную (нижнюю) зоны. По содержанию микро- и макроэлементов они практически не отличаются, лишь в зеленоцветной зоне в единичных пробах отмечается увеличение макроэлементов Fe_2O_3 2,6 – 17,0%, TiO_2 0,4 – 3,26%, MnO 0,015 – 0,26%, что, по-видимому, можно объяснить их выщелачиванием из верхней зоны. В зеленоцветной коре выветривания, по сравнению с желтоцветной, отмечается повышение содержания U, в среднем 0,002%.

В коре выветривания гранитов, по сравнению с вулканогенными породами, несколько ниже содержания MgO , P_2O_5 , Fe_2O_3 , а в вулканогенных породах, по сравнению с корой выветривания, выше содержания TiO_2 , Co на порядок, Ni и Cu – в 2 раза. Как в зеленоцветной коре выветривания, так и в вулканогенных породах

содержания U идентичны. Количества La, Ce, V, Cr, \square n, Sr, Nb, MnO содержатся в близких концентрациях (табл.).

Безрудные пески, алевриты, хлидолиты сопоставлены с корой выветривания и вулканогенными породами с целью определения фоновых содержаний элементов в различных литологических и геохимических типах пород.

В безрудных серых и белых песках количества Mo 0,0002 – 0,0025%, Cr 0,01 – 0,04%, Co 0,0002 – 0,003%, Ni 0,0004 – 0,077%, Cu 0,0006 – 0,0068%, Sr 0,013 – 0,026%, Ba 0,061 – 0,12% выше кларковых на порядок, U 0,0007 – 0,0085%, Nb 0,0005 – 0,0042% – на два порядка и более, в несколько раз выше содержания Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, TiO₂, Pb. Кроме того, в 2 раза ниже кларка содержания CaO 0,2 – 1,35%, MgO 0,1 – 0,89%, а также несколько понижены содержания редких земель – Y 0,0009 – 0,0017%, La 0,005 – 0,0056%, Ce 0,005 – 0,012%. В серых песках на порядок выше содержания S – в среднем 0,1%. В желтых песках, по сравнению с белыми и серыми, несколько повышены содержания P₂O₅ 0,021 – 0,12%, в 2 раза и более выше содержания Fe₂O₃ 0,89 – 3,64%.

В безрудных алеврито-глинистых породах большинство элементов содержатся в близкларковых количествах, только U 0,0007 – 0,0087%, Mo 0,0002 – 0,0017%, Ce 0,005 – 0,025%, Sr 0,0013 – 0,0036%, Nb 0,01 – 0,018% значительно превышают кларк, а MgO, P₂O₅, CaO отмечены в пониженных количествах.

В безрудных хлидолитах желтого цвета, по сравнению с остальными породами этого типа, повышены содержания железа в 2 раза и более.

Таким образом, были установлены фоновые содержания для желтых, белых, серых песков и алеврито-глинистых пород с учётом спектра элементов, характерных для областей сноса и примеси вулканогенного материала.

Алеврито-глинистые породы с фоновым содержанием U < 0,01% и рудные с содержанием U > 0,01%, а также сероцветные пески с фоновым содержанием U < 0,01% и рудные с содержанием U > 0,01% проанализированы с целью определения элементов, сопутствующих

урановому оруденению в различных литологических и геохимических типах пород.

В рудных алеврито-глинистых породах, по сравнению с безрудными, повышаются содержания: CaO 0,32 – 1,63%, S 0,059 – 0,59%, TiO₂ 0,57 – 1,74%, Mo 0,0012 – 0,0048%, Y 0,0014 – 0,0049%, Co 0,0008 – 0,017%, Ni 0,0016 – 0,058%, Mn 0,0038 – 0,069%. Fe₂O₃ 1,55 – 6,10%, La 0,005 – 0,009%, Ce 0,005 – 0,021%, Cr 0,007 – 0,028% находятся приблизительно в равных количествах.

В рудных сероцветных песках, по сравнению с безрудными, также повышаются количества CaO 0,23 – 1,33%, S 0,01 – 0,76%, Pb 0,0021 – 0,0048%, Th 0,0007 – 0,0021%, Mo 0,0002 – 0,0021%, Y 0,0013 – 0,0044%, Cr 0,012 – 0,06%. Как и в рудных алевритах, повышенные, относительно безрудных, содержания CaO можно объяснить его присутствием в нингиоите. Увеличение S обусловлено присутствием диагенетических восстановителей – сульфидов железа и углефицированных растительных остатков. Повышенные концентрации поли- и моновалентных элементов – Mo, Y, Cr, обусловлены их осаждением вместе с ураном на совмещенном в пространстве окислительно-восстановительном и щелочно-кислотном геохимических барьерах. TiO₂, Fe₂O₃, V, Ce, Ge, Nb, Ba содержатся приблизительно в равных количествах как в рудных, так и в безрудных сероцветных песках.

Минеральный состав руд

Руды образованы ультратонкодисперсными выделениями урансодержащих фаз, в связи с чем их изучение проведено в ВИМСе на электронном микроскопе Теспаі-12, оснащённом энергодисперсионным спектрометром, по энергетическим спектрограммам и по микродифракционным картинам и на микроанализаторе JXA-8100, оснащённом энергодисперсионной приставкой INCA.

По данным электронномикроскопических исследований уран сконцентрирован в нингиоите, присутствует в аморфных полиэлементных стяжениях с Ti – Si основой («гелях») и крайне редко встречается в виде оксида (настуран). Основной минерал образующий

руды – нингиоит. Он представлен веретеновидными кристаллами, удлиненными выделениями неправильной формы и изометрическими образованиями, нередко с хорошей кристаллической структурой размером сотые-десятые доли микрона. В нингиоитах с типичной для них микрофракционной картиной, нередко отмечается присутствие редкоземельных элементов.

По данным микронзондовых исследований установлено, что фазы, содержащие Р, Са, U, отвечающие по составу нингиоиту, находятся в тесной пространственной связи с дисульфидами железа, углистым детритом, ильменитом и органо-сметтитом, судя по характеру распределения U и С.

Заключение

Особенности формирования оруденения и закономерности его локализации, позволяют отнести месторождение Намару к объектам «базального» типа, впервые охарактеризованным Д.Р. Бойлом на месторождениях Нинге-Тогге и Тоно (Япония) в 1985 г. [2].

В результате исследований установлено, что рудовмещающими являются первично сероцветные неогеновые отложения палеораспадок, которые по их первичным признакам разделяются на осадочную, вулканогенно-осадочную и вулканогенную литогенетические ассоциации, формировавшиеся в различных ландшафтных обстановках и при различных тектоно-магматических режимах, что позволяет рассматривать выделенные ассоциации как формации или подсвиты джилиндинской свиты.

Рудоподготовительным этапом является эпоха корообразования, во время которой уран переводился из акцессориев в межзерновое пространство (в легкоподвижную форму) в радиогеохимически специализированных породах фундамента и концентрировался в коре выветривания, что способствовало его активному выщелачиванию поверхностными и грунтовыми водами.

Урановое оруденение локализовано в породах, обогащенных синегенетическими восстановителями (углефицированными растительными остатками), контролируется областью выклинивания

белесых, вторично восстановленных, ранее желтоцветных пород, и сформировано в результате инфильтрации кислородных урансодержащих вод от верховьев и бортов палеораспадов к их тальвегу и устью. Наиболее богатое оруденение концентрируется в более тонкозернистых глинистых породах, а также в интервалах, обогащенных «органо-сметтитом», монтмориллонитом и лейкоксенизированными титанатами. Руды урановые (некомплексные) образованы нингиоитом. Незначительная часть урана сконцентрирована в аморфных полиэлементных стяжениях на Si – Ti основе («гелях») и представлена сорбционными формами. Оксид урана (настуран) встречается в виде минералогической экзотики.

Литература

7. Бетехтин А.Г. Курс минералогии. М.: КДУ, 2010. – 736 с.
8. Бойл Д.Р. Геология и фациальные условия образования урановых месторождений базального типа в осадочных породах. Мат-лы по геологии урановых месторождений зарубежных стран. Вып. №34. М., 1985.
9. Градусов Б.П. Минералы со смешанной структурой в почвах. М.: Наука, 1976. 128 с.
10. Кисляков Я.М., Щеточкин В.Н. Гидрогенное рудообразование. М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2000. – 608 с.
11. Логвиненко Н.В. Петрография осадочных пород. М.: Высш. Шк., 1967. 415 с.
12. Максимова М.Ф., Шмариович Е.М. Пластово-инфильтрационное рудообразование, М.: Недра, 1993. 160 с.
13. Шрок Р. Последовательность в свитах слоистых горных пород. М.: Изд-во иностр. лит., 1950. 564 с.

ФОТОАЛЬБОМ



Профессора А.А. Фролов и В.Е. Бойцов на конференции в ИГЕМ РАН, посвященной 100-ю со дня рождения Ф.И. Вольфсона (2008)



Делегаты XXVII сессии Международного геологического конгресса, (Москва, 1984)



В.Е. Бойцов на Международном геологическом конгрессе



На Международном геологическом конгрессе в Москве (1984)



Ветераны ВОВ МГРИ. Бойцов В.Е. – председатель совета ветеранов



День Победы 2005 г. В.Е. Бойцов, Д.П. Лобанов



В.Е. Бойцов, Л.А. Дорожкина, В.М. Григорьев
на конференции в ВИМС



В.Е. Бойцов на заседании Государственной
экзаменационной комиссии



В.Е. Бойцов – председатель диссертационного совета МГРИ (2004)



На научной конференции в ИГЕМ (2008)



В.Е. Бойцов (2003)



В рабочем кабинете (2005)



На международном симпозиуме по урану (2002)



Доцент, к.г.-м.н МГРИ Бойцов В.Е. за научной работой



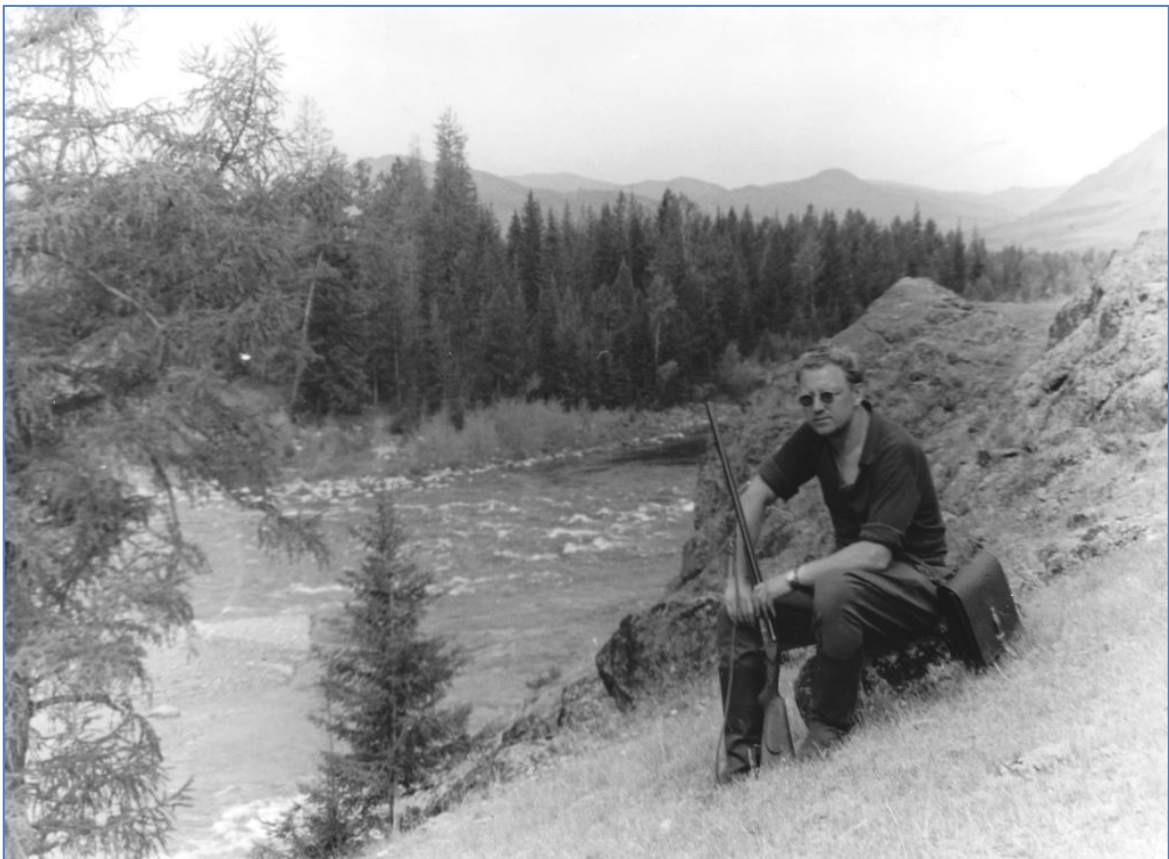
Студент МИЦМИЗа (1947)



Аспирант В.Е. Бойцов



В маршруте 1960 г., Кемеровская обл., Горно-Шорский горнорудный район, рядом с современным г. Таштагол (товарищи Егоров Н.И., Дорогайкин М.В., Кайкова Т.М. фотографирует Заварзин А.В.)



На экспедиционных работах



В поисках золотой руды



Начало полевых работ



В ожидании вертолѐта



В.Е. Бойцов любил и понимал природу



Зав. кафедрой ГМПИ Бойцов В.Е., 80-летие (2004)



В.Е. Бойцов (второй слева)



Среди советских специалистов в Чехии



В.Е. Бойцов (слева) и А.А. Фролов собрались на охоту



Операция «Дичь»



Молодой специалист В.Е. Бойцов в Чехии



Бойцов В.Е., Громов Л.В., Щеголев Д.И., Вешеракин (1950-е)



На охоту



Весна в Чехословакии (1950-е)



В рабочем кабинете



В.Е. Бойцов и А.А. Фролов



Два фронтовика: А.А. Фролов и В.Е. Бойцов



На отдыхе с семьей (Переделкино, 1960-е)



С 70-летием В.Е. Бойцова поздравляет Министр геологии СССР
Е.А.Козловский (1994)



Владимир Емельянович с сыном Владимиром



На очередной конференции



Встреча ЦВЕТМЕТовцев

Фотографии из архивов: семьи Бойцовых, А.А. Фролова и кафедры геологии месторождений полезных ископаемых имени профессора В.Е. Бойцова

Научное издание

УЧЕНый – ОРГАНИЗАТОР – УЧИТЕЛь.
К 90-летию со дня рождения профессора
Владимира Емельяновича Бойцова
Сборник

Составители:

Печенкин Игорь Гертрудович,
Верчеба Александр Александрович,
Гребенкин Николай Анатольевич

Подписано в печать 15.10.2014 г.
Формат 60×90 1/8. Усл. печ. л. 27,6
Тираж 100 экз. Заказ № 34.

Редакционно-издательский сектор (РИС) ВИМС, МГРИ-РГГРУ.
119017, Москва, Старомонетный пер., д. 31. Тел. (495) 9503180
Компьютерная верстка: Е.О.Козлова.