

ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

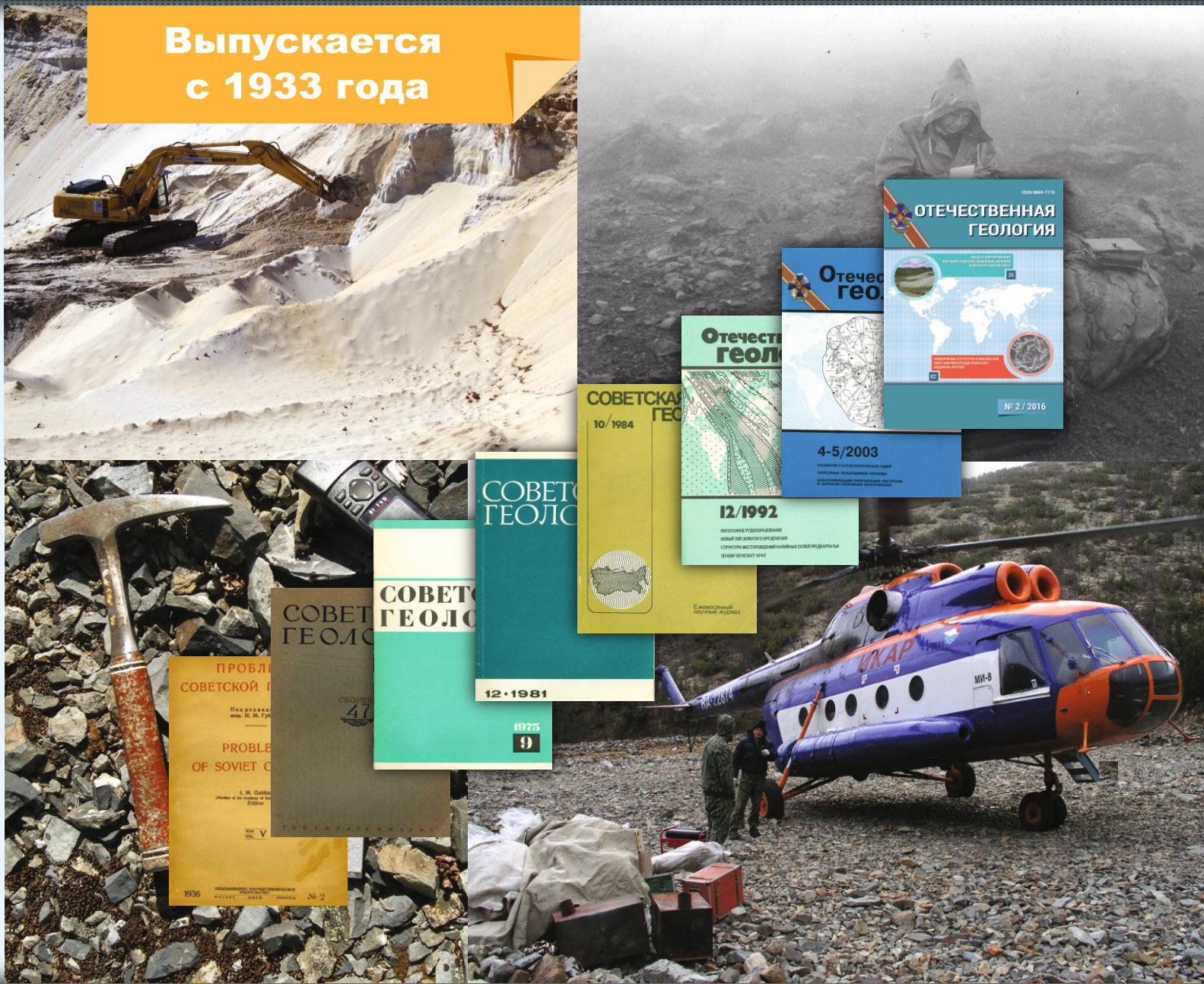


Contents

<i>Kiselev E.A.</i> Congratulation on the Day of geologist	3	METALLIFEROUS AND NONMETALLIFEROUS MINERAL DEPOSITS	
85th anniversary of «Otechestvennaya Geologiya»	4	<i>Konyshev V.O.</i> Method of true gold grade determination in orebodies	44
ORGANIZATION, CONTROL, ECONOMICS, SUBSOIL USE		<i>Posukhova T.V., Sokolova M.A.</i> Diamonds and accompanying minerals from diamondiferous deposits of the Laptev Sea basin	59
<i>Chernykh A.I., Arsenyeva I.V., Brysin M.P.</i> Mineral resource base of gold of the Republic of Khakassia – its condition and directions of its development	12	<i>Vishnyakov A.K., Vafina M.S., Ignatovich O.O.</i> Structure and formation conditions of potash salts, western part of verkhnepechorsky salt-bearing basin	70
<i>Alexeyev V.M., Farrakhov E.G., Volfson I.F.</i> Some organizational and legal aspects of provision of occupational safety and safe working conditions	22	REGIONAL GEOLOGY	
MINERAGENY		<i>Sokolov A.G., Savilova E.B.</i> The dominant role of tectonic dislocations renovated at the latest stage in the formation and location of underground water and brine concentration zones	79
<i>Kuznetsov V.V., Brel A.I., Bogoslavets N.N., Elshina S.L., Kuznetsova T.P., Seravina T.V.</i> Metallogeny of the Priargunsky structural-formational zone	32	MEMORABLE DATES	
		80 th anniversary of Leonid Petrovich Nemenko	87

Выпускается
с 1933 года

ISSN 0869-7175. ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ. 2018. № 2



ОТЕЧЕСТВЕННАЯ ГЕОЛОГИЯ

№ 2 / 2018

Основан в марте 1933 года

Журнал выходит шесть раз в год

УЧРЕДИТЕЛИ



Министерство природных ресурсов и экологии
Российской Федерации



Российское геологическое общество



Центральный научно-исследовательский
геологоразведочный институт
цветных и благородных металлов

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главные редакторы: С.А.Аксенов
А.И.Иванов

Н.В.Милетенко (зам. главного редактора),
Т.М.Папеско (зам. главного редактора),
А.И.Черных (зам. главного редактора)

Е.М.Аксенов, А.И.Варламов, С.С.Вартанян,
А.И.Жамойда, А.А.Кременецкий, М.И.Логвинов,
Г.А.Машковцев, Н.В.Межеловский, И.Ф.Мигачев,
А.Ю.Розанов, Г.В.Седельникова, И.Г.Спиридонов,
В.И.Старостин, Е.Г.Фаррахов

Содержание

<i>Киселев Е.А.</i> Поздравление с Днем геолога	3	МЕСТОРОЖДЕНИЯ РУДНЫХ И НЕРУДНЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	
85-летие журнала «Отечественная геология»	4	<i>Коньшиев В.О.</i> О методике определения близких к истинным со- держаний золота в рудных телах	44
ОРГАНИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ, ЭКОНОМИКА, НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЕ		<i>Посухова Т.В., Соколова М.А.</i> Алмазы и их спутники в алмазоносных отложени- ях бассейна моря Лаптевых	59
<i>Черных А.И., Арсентьева И.В., Брысин М.П.</i> Минерально-сырьевая база золота Республики Хакасия – состояние и направления ее освоения ...	12	<i>Вишняков А.К., Вафина М.С., Игнатович О.О.</i> Строение и условия формирования калийных солей западной части Верхнепечорского соленос- ного бассейна	70
<i>Алексеев В. М., Фаррахов Е. Г., Вольфсон И.Ф.</i> Некоторые организационно-правовые аспекты обеспечения охраны и безопасных условий труда	22	РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ	
МИНЕРАГЕНИЯ		<i>Соколов А.Г., Савилова Е.Б.</i> Доминирующая роль обновленных на новейшем этапе тектонических нарушений при формирова- нии и размещении зон сосредоточения подземных вод и рассолов	79
<i>Кузнецов В.В., Брель А.И., Богославец Н.Н., Елицина С.Л., Кузнецова Т.П., Серавина Т.В.</i> Металлогения Приаргунской структурно-форма- ционной зоны	32	ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ	
		80-летие Леонида Петровича Неменко	87

Редакция: Т.М.Папеско, К.Э. Слабких
Компьютерная верстка А.В.Кондратьев

Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий

Подписано в печать 12.04.2018

Адрес редакции: 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1
Телефон: (495) 315-28-47. Факс: (495) 315-43-47. E-mail: ogeo@tsnigri.ru

Сайт: http://tsnigri.ru/o_geology

Сайт электронной библиотеки: <http://elibrary.ru>

Типография ФГУП ЦНИГРИ



Уважаемые работники геологической отрасли!

Поздравляю Вас с профессиональным праздником – Днем геолога. Уже более полувека в этот день мы чествуем мужественных людей, настоящих первопроходцев, разведчиков недр. Россия исключительно богата природными ресурсами, но эти несметные сокровища были бы недоступны без неустанного самоотверженного труда многих поколений геологов и горняков.

Геологи помогли России обрести статус ведущей державы в сфере добычи многих видов полезных ископаемых. Сегодня отрасль имеет огромный научный, творческий и интеллектуальный потенциал, а высокий профессионализм геологов позволяет открывать новые месторождения полезных ископаемых. Уверен, что и в дальнейшем эффективная работа, и компетентность геологов во многом будут определять развитие экономики, способствовать росту промышленного производства, повышению качества жизни людей.

Особые слова благодарности адресую ветеранам отрасли. Вы, как никто, знаете цену труду, дружеской поддержке, Вы преданы делу, ваша жизнь – пример будущим поколениям геологов.

Уважаемые геологи, геофизики, геодезисты, топографы, ученые, буровики, горняки, – все те, кто причастен к геологическому изучению недр! Примите слова признательности за ваш нелегкий самоотверженный труд. Пусть Вас никогда не покидает вера в успех, а жизненная энергия дает силы для новых открытий! Крепкого Вам здоровья, благополучия и всего самого доброго!

Заместитель Министра
природных ресурсов и экологии
Российской Федерации –
руководитель Федерального агентства
по недропользованию

A stylized, handwritten signature in blue ink, consisting of a large, flowing 'E' followed by a smaller 'K' and a final flourish.

Е.А.Киселев

85-летие журнала «Отечественная геология»

85 лет назад – в 1933 г. – вышел первый номер ежемессного научного геологического журнала «Проблемы советской геологии», организованного по инициативе одного из основателей советской геологической службы и первого редактора журнала Ивана Михайловича Губкина.

Главную цель издания определено и четко сформулировала его первая редакционная коллегия – объединение теоретической мысли в области геологии и направление ее на обслуживание задач по подготовке минерально-сырьевой базы отечественной промышленности. Этой целью журнал руководствуется на протяжении всего своего существования. Необходимо отметить, что история журнала неразрывно связана с историей становления и развития отечественной геологии.

В 1930-е гг. перед геологами была поставлена задача – обеспечить развитие народного хозяйства путем придания таких темпов геологоразведочному делу, которые должны значительно опередить темпы развития промышленности с целью заблаговременной подготовки минерального сырья.

Уже с первых лет издания журнал активно содействовал выявлению и разведке месторождений нефти в районах Азербайджана и Северного Кавказа, открытию Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, расширению перспектив Кузнецкого, Донецкого и Подмосковного угольных бассейнов, открытию Печорского, Карагандинского, Канско-Ачинского бассейнов. Важное внимание уделялось проблемам разведки железных руд в Криворожском бассейне и на Урале, разведке новых меднорудных районов на Урале и в Казахстане, поискам бокситов на Урале, свинца и цинка в Казахстане, никеля на Кольском полуострове и в Красноярском крае, вольфрама на Кавказе и в Бурятии. Глубоко анализировалась проблема формирования Верхнекамских месторождений калийных солей, Хибинских месторождений апатитов, фосфоритов Каратауского бассейна и европейской части страны, обосновывались новые направления работ. Открытие и разведка этих месторождений позволили создать надежную сырьевую базу для развития в предвоенные годы черной и цветной металлургии, нефтяной, химической промышленности и строительной индустрии.

В статьях 1933–1937 гг. были подведены первые итоги анализа связи осадконакопления, магматизма и метаморфизма с рудообразованием, наметились пути развития металлогенических исследований. Яркий пример тому – работы выдающихся геологов: С.С.Смирнова, Ю.А.Билибина, Н.А.Елисеева, М.П.Русакова,

В.П.Нехорошева, В.А.Обручева, Л.И.Красного и многих других. Представления о перспективах нефтегазоносности Советской Арктики осветил в своей статье Н.Н.Урванцев. Это была одна из первых публикаций по данной важной проблеме. Известно, что в настоящее время здесь открыты газовые месторождения, обеспечивающие нужды Норильского горно-металлургического комбината и населения этого крупного промышленного центра Сибири в энергетическом сырье.

Журнал «Проблемы советской геологии» в 1935 г. опубликовал первое подробное описание скарново-полиметаллического месторождения Верхнее тогда еще аспиранта МГРИ, позднее ставшего одним из руководителей геологической службы страны, академиком, всемирно известным специалистом в области месторождений полезных ископаемых В.И.Смирнова. А за несколько месяцев до начала Великой Отечественной войны в 1941 г. С.С.Смирнов поместил в журнале две статьи, в которых дал оценку перспектив редкометалльного оруденения Забайкалья.

С первых же номеров журнал уделял внимание проблемам нефтяной геологии (А.А.Трофимук, А.Н.Дубровин, 1936; В.В.Билибин и др.), а с 1939 г. вопросы нефтегазоносности стали особенно широко освещаться. Также журнал не обошел стороной и морские геологические исследования (М.В.Клёнова, 1934; Д.Г.Панов, 1935).

В годы Великой Отечественной войны, как известно, промышленность была перебазирована на Восток страны, что дополнительно повлияло на необходимость всемерного расширения и использования минерально-сырьевых ресурсов Урала, Сибири, Дальнего Востока и Средней Азии. Кроме того, в короткие сроки необходимо было провести разведку высококачественного и, прежде всего, стратегического минерального сырья. Журнал активно включился в эту работу. С некоторым перерывом он выходил и в военные годы. В 1944 г. начался новый период деятельности журнала. Из воспоминаний Л.И.Красного – ученого с мировым именем, члена-корреспондента РАН, «...запомнились статьи, послужившие стимулом развития моих взглядов на проблемы тектоники...». Речь, прежде всего, шла о статье В.А.Николаева «О закономерностях развития структурно-формационных зон в подвижных поясах» (1944). «Необходимо обратить внимание на то, что статья была опубликована в годы Великой Отечественной войны. Перелистывая пожелтевшие страницы, становится очевидным, что журнал публиковал все наиболее современное и значимое...», – писал в своих воспоминаниях Л.И.Красный.

В послевоенный период перед геологической отраслью были поставлены задачи по обеспечению дальнейшего значительного увеличения запасов минеральных ресурсов для расширения действующих горнодобывающих предприятий, выявлению источников для новых отраслей промышленности, появившихся после войны – атомной, электронной и др. С ростом объема геолого-разведочных работ еще более усилилась роль журнала в обосновании направлений геологоразведочных работ, совершенствовании научных основ и методов поиска новых месторождений.

В первое послевоенное десятилетие началось накопление фактического материала по региональной геологии и подведение итогов исследований регионов страны, что нашло отражение в статьях М.В.Муратова, А.А.Полканова, Н.М.Страхова, В.Е.Хаина, а также В.П.Ренгартена по Кавказу, И.И.Горского по Уралу, Н.Г.Кассина по Казахстану, В.А.Николаева по Средней Азии, К.В.Радугина по Западной Сибири, В.И.Яворского по Кузнецкому бассейну, Ю.К.Дзевановского по Восточной Сибири, А.Н.Криштофовича по Дальнему Востоку. Непрерывно возрастает удельный вес тематики по металлогении и теории прогнозирования месторождений полезных ископаемых. Уделяется внимание детальному изучению металлогении отдельных регионов. Заслуживают упоминания работы В.И.Смирнова, И.Г.Магакьяна, Х.М.Абдуллаева, Н.Г.Кассина, К.И.Сатпаева, М.Г.Равича, Ф.Г.Маркова по рудоносности Карпат, Кавказа, Средней Азии, Казахстана и Таймыра.

Практически полностью посвященный вопросам рудообразования и металлогении один из номеров издания «Проблемы советской геологии» за 1955 г. – важная веха в развитии теории металлогении. Статьи А.Г.Бетехтина, В.И.Серпухова, Н.П.Кропоткина, В.Н.Котляра, П.Ф.Иванкина, А.П.Никольского, В.С.Кормилицина дали широкому кругу читателей полное представление о вопросах рудообразования, региональной металлогенической зональности, общих принципах металлогенического анализа.

Совершенствуются методы геологического картирования и намечаются новые его направления. В журнале публикуются программные исследования, в которых определяются задачи и направления геологического картирования территории страны (Н.А.Беляевский, Е.Т.Шаталов и др.). Также на страницах журнала освещается и пропагандируется опыт использования материалов аэрофотосъемки в геологическом картировании (А.Л.Лискович, А.Е.Михайлов, В.В.Шарков, С.С.Шульц и др.). Широко представлены как в предвоенные, так и в послевоенные годы вопросы, касающиеся перспектив нефтегазоносности (В.П.Батурин, А.Н.Мазарович, Н.Ю.Успенский, М.И.Варенцов и др.). В 1947 г. вышел номер, полностью посвященный нефтегазовой геологии, в котором затрагивались вопросы нефтегазоносности Русской платформы, Западного

Приуралья, Тимано-Печорской и Волго-Уральской провинций, центральных районов Русской платформы (Н.Н.Тихонович, П.Е.Оффман, И.О.Брод, В.Н.Тихий и др.). Целевые сборники, посвященные развитию минерально-сырьевой базы нефтегазодобывающей промышленности, вышли также в 1955 и 1957 гг.

Примерно с середины 1950-х гг. началось бурное развитие морской геологии, а, следовательно, и увеличилось число статей, посвященных этой тематике (З.И.Гурьева, В.В.Шарков, С.С.Шульц, Л.П.Смирнов и многие другие).

С 1958 г. журнал стал называться «Советская геология». На его страницах «нашли отражение крупные достижения послевоенных лет в изучении геологического строения страны в целом и ее отдельных регионов, в познании закономерностей формирования и размещения месторождений минерального сырья, реализации крупномасштабных научно-технических проблем».

1960-е гг. характеризуются дальнейшим развитием региональных геологических исследований. Особое внимание журнал уделяет отражению результатов горнорудных и нефтеносных районов. На его страницах печатаются статьи, написанные по результатам буровых и геофизических работ, появляются публикации, посвященные глубинному строению и проблемам нефтегазоносности Западной Сибири (П.К.Куликов, С.В.Потапьев и др.), обобщающие статьи по проблемам геологии Северного Кавказа, Рудного Алтая, Средней Азии, Юго-Восточного Казахстана и других регионов нашей страны. Значительное место занимают в журнале статьи о развитии аэромагнитной съемки, электроразведки (Б.А.Андреев, Л.В.Артамонов, Л.В.Булина и др.), методики геолого-геофизических работ при региональных исследованиях (А.Я.Дубинский, А.В.Неволин, А.Н.Еремеев, Г.С.Айзенштадт и др.). Также в этот период большое внимание журнал уделяет вопросам глубинного строения Тихоокеанского подвижного пояса (В.К.Чайковский, Н.А.Беляевский и др.), большое число статей посвящено совершенствованию методики гидрогеологического и инженерно-геологического картирования.

Характер публикаций в 1960–1970 гг. отражает общую эволюцию металлогенических исследований в нашей стране (Ю.Г.Старицкий, П.М.Татарinov, А.Д.Щеглов и др.), печатаются методические и обзорные статьи В.Н.Котляра, Г.А.Твалчрелидзе, Е.Т.Шаталова и др. По мнению многих ученых, журналу «Советская геология» принадлежит большая заслуга в освещении результатов металлогенических исследований, имеющих важное значение для развития минерально-сырьевой базы страны. В это время систематически выходят в свет публикации по крупным проблемам геологической науки, в частности, принципам прогноза, поисков и геолого-экономической оценки месторождений нефти и газа. Для различных регионов страны проведены обобщения по закономерностям

размещения угольных бассейнов и месторождений в структурах земной коры и условиям формирования угленосных отложений.

В 1970–1980 гг. наряду с публикациями новых данных о геологическом строении существующих и перспективных на различные полезные ископаемые районов, большое внимание уделяется результатам изучения глубинного строения ряда регионов. Значительное число статей посвящено геологическому строению, тектонике, вещественному составу пород Русской плиты, Прикаспийской впадины, Западно-Сибирской низменности (К.С.Яруллин, Л.Б.Гуревич, Ю.М.Саркисов, М.И.Островский и др.), а также вопросам магматизма, тектоники, применения космогеологических методов исследований в относительно малоизученных тогда районах Чукотки, Корякского нагорья, Камчатки, Курильских островов (Б.М.Ермаков, О.И.Супруненко, В.П.Зенкевич, Ю.Г.Мороз, В.Ф.Белый, А.В.Петров и др.).

В 1992 г. журнал был перерегистрирован и стал выходить в свет под названием «Отечественная геология», сохраняя сложившиеся традиции и развивая новые направления в сотрудничестве геологов разных стран и регионов.

В 2003 г. за заслуги в развитии науки и экономики России Президиум Российской академии естественных наук наградил журнал «Отечественная геология» почетным Знаком академии.

В юбилейный год с особенной благодарностью вспоминается нелегкий труд главных редакторов журнала: академиков И.М.Губкина и И.Ф.Григорьева, членов-корреспондентов АН СССР Г.И.Горбунова и Н.П.Лаврова, а также профессоров и выдающихся ученых и организаторов Н.А.Беляевского, Е.Т.Шаталова, В.М.Волкова, А.И.Кривцова, Г.В.Ручкина, А.И.Иванова (с 2015 г. по настоящее время). Заместители главных редакторов журнала в разные годы – А.А.Амирасланов, Р.В.Добровольская, А.И.Жамойда, Г.А.Изралева, Г.С.Момджти, В.Н.Полуэктов, Л.В.Пустовалов, М.В.Семенова, А.Д.Щеглов и др.

Многие годы в редколлегии успешно работали академики А.В.Пейве и А.Л.Яншин, члены-корреспонденты АН СССР В.В.Белоусов, В.А.Вахромеев, А.А.Геодекян, Е.В.Карус, Л.И.Красный, Н.И.Хитаров, а также доктора геолого-минералогических наук А.Н.Барышев, А.Н.Еремеев, А.Б.Каждан, В.И.Казанский, В.П.Федорчук, В.А.Ярмолук и многие другие известные геологи.

МИНИСТЕРСТВО ПЕЧАТИ И ИНФОРМАЦИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Настоящее Свидетельство выдано
в соответствии с Законом Российской Федерации
от 27 декабря 1991 года «О средствах массовой информации».
Нарушение законодательства Российской Федерации о средствах
массовой информации влечет уголовную, административную, дисциплинарную
или иную ответственность в соответствии с законодательством
Российской Федерации.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О РЕГИСТРАЦИИ СРЕДСТВА МАССОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

номер 01217
от «3» ИЮНЯ 1992 г.

Название "Отечественная геология"
(на языке оригинала и в переводе на русский язык)

Форма периодического распространения журнал

Язык(и) русский

Учредитель (соучредители) 1) Комитет по геологии и использованию недр РФ (123812, Москва, Б.Грузинская, д. 4/6)
Российское геологическое общество (113191, Москва,

ул. 2-я Рощинская, д. 10), Центральный научно-исследовательский институт цветных металлов (113545, Москва, Варшавское шоссе, д. 1296), Москва, ул. Волгина, д. 17, кв. 56



Заместитель Министра
печати и информации РФ

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА И(ИЛИ) СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ

Распространение информации по фундаментальным разработкам в области наук о Земле; по геологическому строению, минерально-сырьевым ресурсам, геоэкологическим исследованиям и охране недр.

Российская Федерация
и другие страны – члены СНГ, зарубежные страны.



ДИПЛОМ

ПРЕЗИДИУМ РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
НА ОСНОВАНИИ РЕШЕНИЯ

№ 155 — ОТ 17.10.2018 г.

НАГРАЖДАЕТ

журнал «Отечественная геология»

ПОЧЕТНЫМ ЗНАКОМ
АКАДЕМИИ
ЗА ЗАСЛУГИ
В РАЗВИТИИ НАУКИ
И ЭКОНОМИКИ
РОССИИ



 ПРЕЗИДЕНТ

 ГЛАВНЫЙ
УЧЕБНЫЙ СЕКРЕТАРЬ

РЕГ. № 453-8

Ветераны редакции, которые вкладывали в развитие журнала свои творческие силы и энергию – Г.В.Вавилова, Т.Т.Виленик, Н.М.Диянов, Н.П.Кудрявцева, Н.И.Назарова, Л.Д.Овчининская, Т.М.Папеско, М.В.Рогачева, П.А.Сандомирский, А.Н.Щендригин и др.

В настоящее время журнал «Отечественная геология» – это многопрофильное научно-техническое издание, которое верой и правдой на протяжении вот уже 85 лет служит геологической науке, обеспечивая широкую общественность научной, методической и производственной информацией, освещая на своих страницах достижения во многих областях геологической деятельности.

Редакционная коллегия и редакция прикладывают немало усилий для сохранения традиций и «имиджа» издания, сложившихся за время его существования.

Журнал продолжает публиковать обзорные статьи руководителей Федерального агентства по недропользованию, материалы съездов, конференций. Важное значение для поддержания традиций отечественной геологической школы имеют публикации как отдельных статей, так и целевых номеров в связи с юбилейными датами организаций (К 40-летию образования ФГБУН

Геологического института СО РАН; К 70-летию научно-исследовательского института космоаэрогеологических методов; Институту геологии алмаза и благородных металлов СО РАН – 60 лет и др.). Ежегодно выходили тематические номера, посвященные проблемам геологии и полезным ископаемым Якутии (Саха).

На обложку журнала продолжают выноситься наименования статей, являющихся ключевыми для соответствующих номеров. В частности, включены следующие темы:

Инновационное совершенствование программы геологоразведочных работ АК «АЛРОСА», Методика моделирования новейших инверсионных поднятий;

Источники меди и свинца стратиформных месторождений, Активизация современных сейсмостектонических процессов Олёкмо-Становой сейсмической зоны, «Космические шарики» в железомарганцевых рудах Мирового океана;

Основы прогноза и поисков медно-порфировых месторождений, Золотоносные коры выветривания Краснотурьинской металлогенической зоны Урала;

Особенности строения южного Верхоянья и перспективы золотоносности среднерифейских черносланцевых толщ, Перспективы поисков платиноидов в массивах Кааламского дифференцированного комплекса (Северное Приладожье, Карелия);

Типизация месторождений и ресурсный потенциал свинцово-цинковых и боросиликатных руд Дальнегорского рудного района (Сихотэ-Алинь), Литохимические особенности и условия формирования нижнепалеозойских песчаников Севера Урала;

Производственная деятельность недропользователей на твердые полезные ископаемые за период 2014–2016 гг. и основные проблемы в сфере недропользования, Состояние и перспективы развития минерально-сырьевой базы алмазов, золота, меди, свинца, цинка Российской Федерации;

Формирование алмазоносной россыпи р. Большая Куонамка (север Сибирской платформы), Анализ современных тектонических режимов Лаптевоморского блока (Арктический сектор территории Якутии);

Основные результаты геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые в 2016 г. и задачи на 2017 г., Изотопно-геохимические и генетические модели золоторудных месторождений в углеродисто-терригенных толщах;

Геологическое строение и металлогения западной части Восточно-Таннуольского рудного района (республика Тыва), Особенности и условия накопления вулканогенно-осадочных отложений нижнего кембрия (Салаирский кряж);

Геолого-геофизические особенности локализации крупнообъемного золотого оруденения на примере Енисейского кряжа, Новые данные по структуре, минералогии, геохимии золоторудного месторождения Каральвеем (Чукотка);

1. Число статей по рубрикам

Рубрики	Всего (2013–2017 гг.)		2013		2017	
	Число статей	%	Число статей	%	Число статей	%
Организация, управление, экономика, недропользование	9	2,4	1	1,2	2	2,9
Минерагения	26	7	7	8,5	4	5,8
Энергетические минерально-сырьевые ресурсы	14	3,8	4	4,9		
Месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых	77	20,7	14	17,1	23	33,3
Региональная геология	39	10,5	11	13,3	5	7,2
Литология, петрология, минералогия, геохимия	87	23,5	19	23,2	20	29
Геофизика	3	0,8	2	2,4		
Геодинамика	6	1,6	1	1,2		
Гидрогеология, инженерная геология	5	1,3	1	1,2	1	1,4
Геоэкология	6	1,6	3	3,7		
Геология и геофизика Мирового океана	11	3	4	4,9		
Технологии обогащения минерального сырья	1	0,3			1	1,4
Краткие сообщения	4	1,1				
Дискуссии	26	7	3	3,7	5	7,3
Рецензии	9	2,4	4	4,9		
Хроника, информация	7	1,9	3	3,7		
Памятные даты	34	9,2	4	4,9	8	11,7
Новые издания	1	0,3				
Геологическое картографирование	1	0,3				
Итоги конференций, юбилеи организаций	5	1,3	1	1,2		
Всего	371	100	82	100	69	100

2. Авторство (в %) в журнале «Отечественная геология» в периоды 2003–2007 гг. и 2013–2017 гг.

Организации	2003–2007 %	2013–2017 %
Учебные	10,6	7,5
Научные, в т.ч.		
Минприроды России, Роснедра	29	27,8
РАН	33,8	51,1
Производственные	26,6	13,6
Всего	100	100

Роль метаморфических условий преобразования углеродистых карбонатно-терригенных отложений для формирования золотого оруденения на разных этапах коллизионной эпохи развития БППр, К методике оценки прогнозных ресурсов рудного золота в углеродистых карбонатно-терригенных отложениях Бодайбинского рудного района;

Особенности поисков золоторудных месторождений в районах развития делювиальных курумных развалов, Основные геолого-структурные обстановки проявления медно-порфировых месторождений в рудных районах.

Журнал «Отечественная геология» сохраняет достаточно широкий круг рубрик, число которых меняется в номерах, в зависимости от текущего состояния «портфеля» редакции. За последние 5 лет (2013–2017 гг.) опубликована 371 статья (табл. 1).

С целью объединения усилий теоретиков и практиков геологоразведочного дела для совместной работы в журнале публикуются статьи ученых и производственников по фундаментальным проблемам геологической науки и геологоразведочного производства. За период 2013–2017 гг. 814 авторов, представляющих широкий круг геологической общественности, опубликовали свои статьи в журнале. Из табл. 2 видно, что в 2013–2017 гг. увеличилось число статей представителей академической науки.

Не снижая уровня требований к публикациям и соблюдая их объективное рецензирование, редколлегия продолжает сложившийся стиль демократичности и открытости. За 85 лет существования журнала геологи почти со всех уголков России, Украины, Казахстана, Узбекистана, Азербайджана, Канады публиковали свои материалы на страницах журнала.

Журнал «Отечественная геология» входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук и доктора наук (специальность – «Науки о Земле»). Все публикации передаются в Электронную научную библиотеку (elibrary.ru) для включения в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ). Научные публикации индексируются в международных специализированных профессиональных базах данных GeoRef.

Выражаем признательность руководителям многих научно-исследовательских институтов и организаций, поздравившим журнал с юбилеем.

В свою очередь, редколлегия и редакция считают приятным долгом выразить искреннюю благодарность рецензентам, авторам и читателям «Отечественной геологии», и с надеждой на дальнейшее сотрудничество поздравить их с 85-летием НАШЕГО ЖУРНАЛА.





С уважением,
заместитель Министра
природных ресурсов и экологии
Российской Федерации –
руководитель Федерального агентства
по недропользованию

Е.А.Киселев

Уважаемые коллеги!

В преддверии нашего профессионального праздника, Дня геолога, исполняется 85 лет одному из старейших геологических журналов России – «Отечественная геология».

Журнал, организованный по инициативе академика Ивана Михайловича Губкина под названием «Проблемы советской геологии» (1933), сохранил свой стиль, традиции, направленные на развитие творческих связей науки и производства и после переименований в «Советскую геологию» (1958) и «Отечественную геологию» (1992). Статьи, опубликованные в журнале за весь период его выхода в свет – это живая летопись развития геологических наук нашей страны и мира. Не раз страницы журнала становились площадкой для жарких научных дискуссий и споров представителей различных геологических школ и научных теорий.

За годы существования журнала, благодаря усилиям главных редакторов и членов редакционной коллегии много сделано и делается для представления информации о минерально-сырьевом потенциале России и ее регионов, пропаганды научно-технических достижений и передовых научных разработок в области наук о Земле.

Высокий научно-технический уровень публикуемых материалов, многоплановость поднимаемых проблем делает журнал интересным для руководителей отрасли, производственников, ученых.

Поздравляю журнал «Отечественная геология» с юбилеем. Желаю ему процветания, плодотворной работы на благо геологии и востребованности среди авторов и читателей в России и за рубежом.



С уважением,
Президент Российского
геологического общества,
главный редактор журнала
«Минеральные ресурсы России.
Экономика и управление»

В.П. ОРЛОВ

A handwritten signature in blue ink, corresponding to the name V.P. Orlov.

Уважаемые коллеги!

Российское геологическое общество (РОСГЕО) сердечно поздравляет главного редактора, редакционную коллегию и редакцию журнала «Отечественная геология» со знаменательным юбилеем – 85 летием.

Журнал, основанный по инициативе академика И.М.Губкина, был и остается в числе ведущих периодических изданий геологического профиля. На протяжении своего существования он четко следует первоначально поставленной цели – «объединение теоретической мысли в области геологии и направление ее на обслуживание задач по подготовке минерально-сырьевой базы отечественной промышленности».

На страницах журнала систематически публикуют свои статьи ученые и практики разных отраслей геологии. Отрадно, что на протяжении всех этих лет журнал сумел сохранить свой неповторимый стиль, традиционные направления и снискал широкую популярность как в России, так и за рубежом.

Дорогие коллеги, друзья желаем вам новых успехов в работе, интересных статей, неослабеваемого интереса к журналу у разных поколений авторов и читателей.

Минерально-сырьевая база золота Республики Хакасия – состояние и направления ее освоения

А.И.ЧЕРНЫХ, И.В.АРСЕНТЬЕВА, М.П.БРЫСИН (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Проведен анализ изменения состояния минерально-сырьевой базы (МСБ) золота Республики Хакасия в период 2004–2017 гг. Показано, что запасы золота собственно золоторудных и россыпных месторождений истощаются, а перспективы их прироста в известных рудно-россыпных районах крайне ограничены. Кроме того, существует целый ряд организационных и технологических проблем, которые отодвигают сроки начала отработки известных месторождений с балансовыми запасами. В золоторудных районах наблюдается острый дефицит участков для постановки поисковых и оценочных работ. На основе комплексного анализа данных сформулированы предложения по перспективным направлениям геологоразведочных работ различных стадий и намечены первоочередные площади для их постановки. Обоснован вывод о том, что для решения обозначенных проблем МСБ золота необходимо разработать и реализовать «Региональную программу развития МСБ золота Республики Хакасия». Ее основой должны стать взаимоувязанные тематические, прогнозно-металлогенические и поисковые работы, которые позволят нарастить поисковый задел и подготовить участки с ресурсами категорий P_1 и P_2 для последующего лицензирования.

Ключевые слова: Республика Хакасия, золото, запасы, прогнозные ресурсы, добыча, прогнозно-минералогические и поисковые работы, лицензирование.

Черных Александр Иванович
Арсентьева Ирина Викторовна
Брысин Михаил Павлович



chernykh@tsnigri.ru
metallogeny@yandex.ru
metallogeny@yandex.ru

Mineral resource base of gold of the Republic of Khakassia – its condition and directions of its development

A.I.CHERNYKH, I.V.ARSENTYEVA, M.P.BRYSIN (Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, FSUE TsNIGRI)

The article focuses on the analysis of changes in the state of mineral resource base (MRB) of gold in the Republic of Khakassia during the period from 2004 to 2017. It demonstrates that the gold reserves of the gold and placer deposits themselves are depleted and the prospects for their growth in the famous ore-placer areas are extremely limited. In addition, there are the numbers of organizational and technological problems that delay the beginning of the development of famous deposits with balance reserves. In the ore-gold regions there is a real deficiency of sites for setting up greenfield exploration. Based on a comprehensive analysis of the data, proposals on the prospective directions of geological exploration of the various stages have been stated, and the priority areas for their setting have been outlined. It is necessary to develop and realize the Regional Development Programme of MRB of Gold in the Republic of Khakassia in order to solve the identified problems of MRB of gold. Its basis should be interrelated thematic, prognostic-metallogenic and prospective works, which allow to increase the research for reserves and prepare sites with resources of P_1 and P_2 categories for consecutive licensing.

Key words: the Republic of Khakassia, gold, ore reserves, mineral resources, gold mining, prognostic-metallogenic works and mineral exploration, licensing.

Республика Хакасия расположена в южной части Сибирского федерального округа (рис. 1) и является одним из наиболее «старых» золотодобывающих регионов в Российской Федерации. Существуют археологические находки, свидетельствующие о добыче железа,

меди и золота на территории Хакасии с третьего–начала второго тысячелетия до н.э. В новой истории документально подтвержденная добыча россыпного золота здесь ведется с начала 1830-х гг. (реки Табат, Ивано-ка, Черный Июс и др.), а коренного – с 1889 г. (рудник

Андреевский). В дальнейшем на протяжении XIX и XX веков в Хакасии стабильно добывалось как рудное, так и россыпное золото.

Работы по изучению золотоносности Хакасии ведутся уже более 180 лет. Анализ материалов свидетельствует о неравномерной изученности на золото территории Республики. Наиболее значимые результаты были получены при проведении геолого-съёмочных работ масштаба 1:50 000 и многочисленных поисково-оценочных работ. Подавляющее большинство поисковых, оценочных и разведочных работ были сконцентрированы в пределах известных золоторудных полей – Коммунарковского, Саралинского, Тибек-Майского и др. Южные, более труднодоступные районы Хакасии, изучены на рудное золото гораздо меньше. Большая часть геологических, в том числе буровых и механизированных горных работ, проводилась с 1955 по 1990 гг. Еще одной особенностью поисково-оценочных работ на золото в Хакасии являлось то, что подавляющее их число было ориентировано на золото-кварцевый жильный тип оруденения. Вместе с тем, еще в 1950–1960-х гг. стали появляться данные о возможном наличии золотого жильно-прожилкового и штокверкового оруденения в метасоматитах различного состава. Изучение рудопроявлений подобного типа привело к открытию в 1975 г. Майского, а в 1991 г. – Кузнецовского месторождений (см. рис. 1). В начале 2000-х гг. начались работы в Балыксинском районе, ориентированные на вы-

явление месторождений в кварц-серицит-анкеритовых метасоматитах.

Состояние МСБ золота. Запасы. По состоянию на 01.01.2017 г. по данным Государственного баланса доля запасов золота Республики Хакасии в структуре запасов золота Российской Федерации невелика – 0,36% от собственно золоторудных месторождений и около 0,2% от россыпных. На территории Республики учитываются 16 собственно золоторудных (табл. 1) и 44 россыпных месторождения. Балансовые запасы золота Хакасии категорий $A+B+C_1$ составляют около 22 005 кг, категории C_2 – 21 629 кг, в том числе по рудному золоту категорий $A+B+C_1$ – около 19 940 кг (45,7%), категории C_2 – 17 188 кг (39,4%), всего – около 37 128 кг; по россыпному золоту категорий $A+B+C_1$ – 2065 кг (4,7%), категории C_2 – 4441 кг (10,2%), всего – 6506 кг. Кроме того, объем забалансовых запасов составляет около 12 158 кг, из которых для коренных месторождений – 11 125 кг и для россыпных месторождений – 1033 кг.

В целом с 2004 г. по 01.01.2017 г. в Республике Хакасия произошло увеличение запасов золота почти на 66% (рис. 2), главным образом, за счет прироста запасов на Коммунарковском, Тибек-Майском рудных полях и постановки на балансовый учет месторождений Еловое (2006 г.) и Юзик (2008 г.). Однако, начиная с 2014 г. наблюдается стабильное ежегодное снижение запасов рудного золота в среднем на 800–850 кг. В начале 2000-х гг. количество запасов золота категорий $A+B+C_1$

1. Запасы золота в Республике Хакасия по данным Государственного баланса на 01.01.2017 г.

Месторождения	Запасы			Среднее содержание, г/т	Недропользователь	
	балансовые на 01.01.2017 г., кг					забалансовые, кг
	A+B+C ₁	C ₂	Всего			
Восточное	94	292	386		2,848	ЗАО «ЗДК Золотая Звезда»»
Еловое	916	1233	2149		2,140	
Кузнецовское	5762	3161	8923	747	5,589	
Майское	5671	703	6374		11,645	
Чазыгольское	229	634	863		1,497	
Юзик		136	136		13,600	ЗАО НПО «Иргиредмет-Нойон»
Саралинское	3356	6407	9 763	4212	8,411	ЗАО «Саралинский рудник»
Коммунаровское	2524	2655	5179	1307	3,059	ПАО «Коммунаровский рудник»
Октябрьское	843	1357	2200		11,392	
Тургаюл	545	610	1155	318	2,595	ООО «Ужунжул»
Дорожная жила				296	10,207	
Волшебная жила				665	21,452	ООО «МЭС»
Балачихинское				1348	4,681	ПАО «Коммунаровский рудник»
Благодатное				769	5,782	
Ивановское				1011	3,844	Нераспределенный фонд
Туманное				452	4,072	Нераспределенный фонд
Собственно золото- рудные всего	19 940	17 188	37 128	11 125		
Россыпные всего	2065	4441	6506	1033	0,514 г/м³	

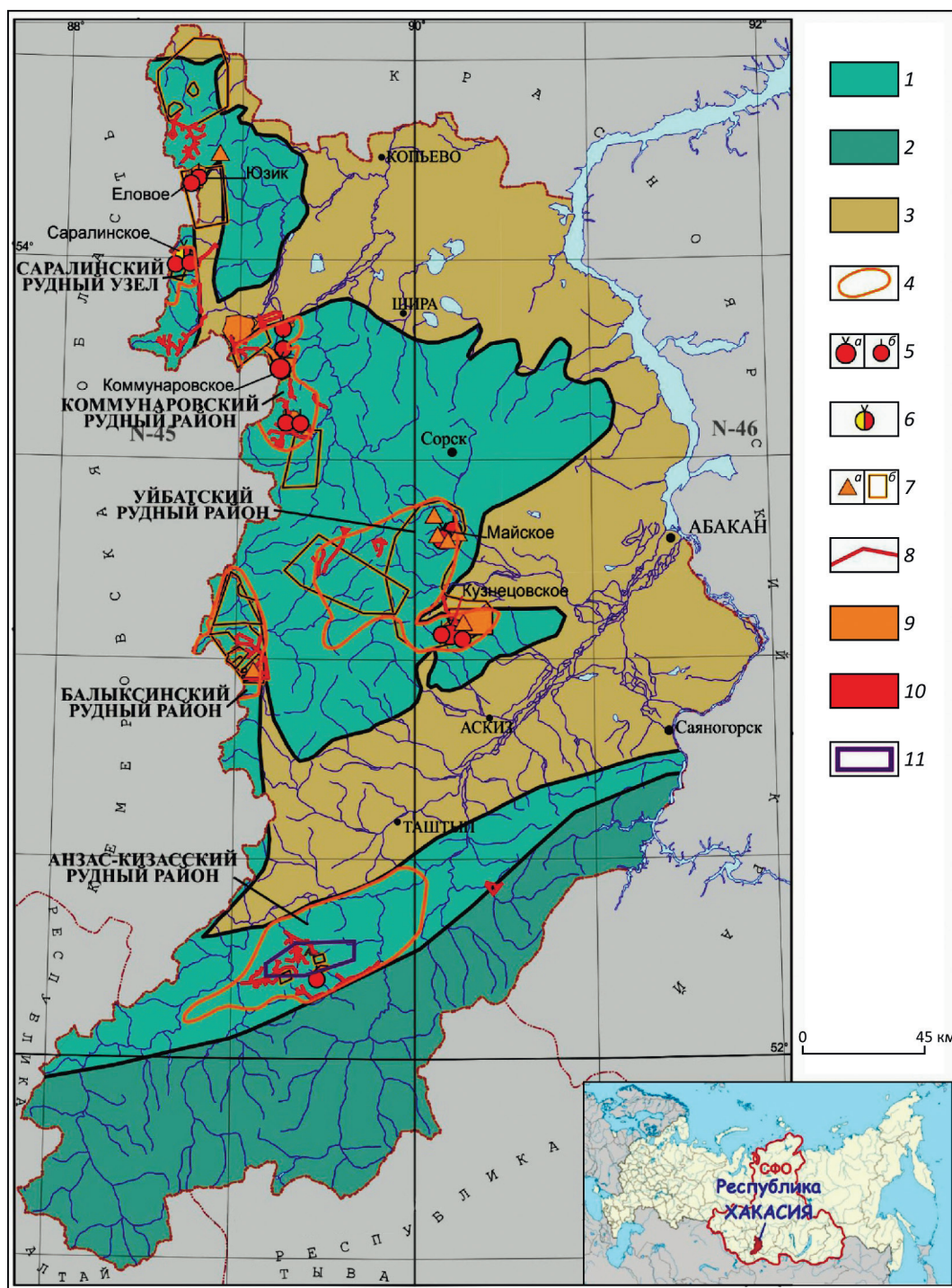


Рис. 1. Схема золотоносности Республики Хакасия:

1–3 – Алтае-Саянская каледонская-эпикаледонская минерагеническая провинция: 1–2 – каледонские-эпикаледонские субпровинции: 1 – Алатауско-Тувинская, 2 – Западно-Саянская, 3 – Кузнецко-Тувинская герцинская-эпигерцинская субпровинция зон среднепалеозойской активизации; 4 – золоторудно-россыпные районы и узлы; 5 – месторождения коренного золота: а – средние, б – малые; 6 – месторождения коренного золота и серебра средние; 7 – участки с апробированными прогнозными ресурсами золота: а – вне масштаба, б – выраженные в масштабе; 8–10 – лицензии: 8 – на россыпное золото, 9 – на рудное и россыпное золото, 10 – на рудное золото и серебро; 11 – первоочередная для постановки прогнозно-минерагенических работ Анзас-Кизасская площадь

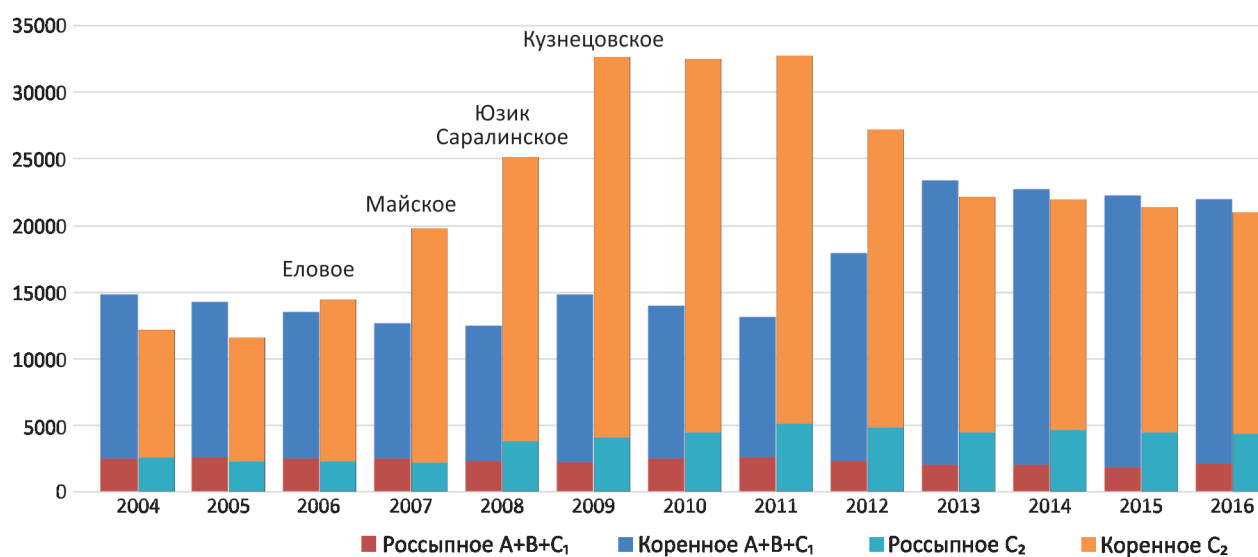


Рис. 2. Динамика изменения запасов золота (в кг) категорий А+В+С₁ и С₂ в 2004–2016 гг.

было выше, чем запасов категории С₂. Начиная с 2006 г. (С₂ – 9,5 т) происходило резкое наращивание запасов золота категории С₂ до 29,5 т в 2009 г. Это стало возможным, с одной стороны, за счет постановки на Государственный баланс запасов новых месторождений: Еловое (С₂ – 3235 кг золота по состоянию на 01.01.2007 г.) и Юзик (С₁ – 730 кг, С₂ – 318 кг по состоянию на 01.01.2009 г.). С другой стороны, были проведены работы по доразведке и постановке на баланс запасов золота на известных месторождениях – Майском, Саралинском и Кузнецовском. По состоянию на 01.01.2017 около 76% балансовых запасов А+В+С₁+С₂ собственно золоторудных месторождений Республики Хакасия сосредоточено всего на 4-х месторождениях (Кузнецовском, Майском, Саралинском и Октябрьском), которые в последние годы не отрабатывались.

По сравнению с 2004 г. (5012 кг) запасы россыпного золота к 2016 г. (6506 кг) увеличились почти на 30%, однако доля запасов высоких категорий А+В+С₁ уменьшилась с 49 до 32%, что свидетельствует об ухудшении качественной структуры запасов. Соотношение запасов золота категорий А+В+С₁ и С₂ в россыпных месторождениях до 2007 г. было примерно равным, а количество запасов категории С₂ возросло с 2195 кг в 2007 г. до 5266 кг в 2011 г. Начиная с 2011 г. отмечается тенденция к слабому, но стабильному снижению запасов категории С₂ при примерно стабильном количестве запасов золота запасов категорий А+В+С₁ на уровне 2–2,4 т. При этом величина запасов категории С₂ до настоящего времени более, чем в 2 раза превышает запасы высоких категорий. Как правило, на баланс ставятся запасы в несколько десятков килограмм по результатам раз-

ведки мелких россыпей. Наблюдается незначительное, но стабильное снижение средних содержаний золота в отрабатываемых россыпях – от 0,61 г/м³ в 2004 г. до 0,51 г/м³ в 2016 г. Для Республики Хакасия характерно, что все балансовые запасы золота собственно золоторудных месторождений находятся в распределенном фонде – ЗАО «ЗДК Золотая звезда» (около 50,3% от всех запасов), ПАО «Коммунарковский рудник» (около 23%), ЗАО «Саралинский ГОК» (около 26,3%) и ЗАО НПО «Иргиредмет-Нойон» (около 0,4%). В распределенном фонде недр сосредоточено около 83,8% запасов россыпного золота. По заявительному принципу (приказ МПРиЭ РФ № 583) в 2017 г. на золото было подано 22 заявки, из которых 7 отклонено и возвращено (по данным на 25.12.2017 г.). На рассмотрении находятся 15 заявок от 10 заявителей, из которых 14 на россыпное золото и 1 заявка на коренное золото (Федоровско-Кедровская площадь).

Прогнозные ресурсы золота Республики Хакасия, учитываемые Кадастром (апробированные ФГУП ЦНИГРИ), составляют по категории Р₁ – 180,5 т, Р₂ – 123,3 т и Р₃ – 528 т, из которых в распределенном фонде по категории Р₁ – 147,5 т (81,7%), Р₂ – 40,9 т (33,2%) и Р₃ – 13 т (2,5%) (по данным на 01.01.2018 г.). По ресурсному потенциалу выделяется Балыксинский, Анзас-Кизасский, Коммунарковский и Уйбатский золоторудно-россыпные районы (см. рис. 1).

В последние 10 лет прирост ресурсов золота на территории Хакасии обеспечивается преимущественно геологоразведочными работами (ГРП), проводимыми за счет средств федерального бюджета. С 2007 по 2017 гг. в Республике было завершено 9 проектов за

2. Объекты работ, выполненных за счет средств федерального бюджета, и данные об апробированных прогнозных ресурсах золота по их результатам по Республике Хакасия в 2005–2017 гг.

Название площади; наименование работ	Сроки проведения работ	Апробированные ресурсы золота, т		
		P ₁	P ₂	P ₃
1. Федоровско-Магызы-Калтасская зона; прогнозно-поисковые работы	2005–2007	–	80,0*	150,0
2. Шаманский рудный узел; прогнозно-поисковые работы	2006–2008	16,5	22,8	–
3. Харатас-Харатегский золоторудный узел Кузнецкого Алатау; геохимические поиски	2007–2009	–	–	55,0
4. Комсомольская площадь Ортон-Балыксинского рудного района; поисковые работы	2008–2011	15,0	5,0	25,0
5. Участок Покосный Шаманского рудного узла; ревизионные работы	2009–2011	–	–	–
6. Федоровско-Кедровское рудное поле, участок Кедровский; поисковые работы	2012–2014	77,0*	–	–
7. Урюпский золоторудный район, участок Кургусульский, геохимические поиски.	2012–2014	–	3,3	–
8. Балыксу-Изасский рудный узел; поисковые работы	2015–2017	–	–	–
9. Инжульская площадь; поисковые работы	2015–2017	3,9	2,2	–
Всего		112,4	33,3	230,0

Примечание. * – ресурсы, переведенные из категории P₂ (80 т) в P₁ (77 т), в результате поисковых работ на Кедровской площади в 2012–2014 гг.

счет средств федерального бюджета по поискам рудного золота (табл. 2). Работы в основном концентрировались в Балыксинском и Анзас-Кизасском золоторудно-россыпных районах. При этом следует обратить внимание на снижение показателей прироста прогнозных ресурсов в последние четыре года, несмотря на увеличение средней стоимости проектов ГРП. Одна из причин снижения эффективности работ – это исчерпание перспективных площадей для поисковых работ.

Работы по наращиванию ресурсного потенциала на территории Республики Хакасия за счет средств недропользователей ведутся в ограниченном объеме. Прирост ресурсов происходил, главным образом, в пределах известных рудных полей. Отсутствие в необходимом количестве подготовленных ресурсов высоких категорий и запасов категории C₂ во многом объясняет то, что недропользователи Хакасии предпочитают приобретать лицензии в других регионах, например, в Красноярском крае (Енисейский край).

Хорошим примером деятельности недропользователей по развитию золоторудной базы Хакасии от прогноза до постановки на баланс запасов и дальнейшей их добычи является открытие и освоение месторождения Еловое сотрудниками компании ЗАО «ЗДК Золотая звезда». Все геологоразведочные работы проводились за счет средств недропользователя, а компания официально признана первооткрывателем месторождения.

Отсутствие разведанного резерва коренных месторождений для рентабельной отработки, нахождение всех балансовых запасов в распределенном фонде,

большая часть которых не вовлечена в добычу, и наличие в госрезерве лишь забалансовых запасов по ранее отработанным месторождениям сдерживают развитие золотодобычи в Хакасии.

Добыча. По уровню добычи золота Республика Хакасия в начале 2000-х гг. входила в первую десятку золотодобывающих регионов России. В дальнейшем в 2004–2012 гг. добыча золота в Хакасии оставалась на уровне 1–2 т в год, в то время как в большинстве других золотодобывающих регионов Урала, Сибири и Дальнего Востока добыча золота увеличивалась, в первую очередь, за счет ввода в эксплуатацию собственно золоторудных месторождений. В Хакасии в 2013–2016 гг. добыча золота наращивалась, главным образом, за счет отработки россыпей. Добыча золота на месторождениях Республики в 2016 г. составляла 0,7% от добычи на собственно золоторудных месторождениях в РФ и 1,7% от добычи на месторождениях россыпного золота. В 2016 г. при общей добыче 2704 кг Хакасия занимала 16 место среди 27 золотодобывающих регионов России.

Из 16 собственно золоторудных месторождений Республики Хакасия в период с 2004 по 2017 гг. добыча велась на 9 месторождениях (табл. 3). Начиная с 2004 г. ежегодная добыча золота из коренных месторождений варьировалась на уровне 900–1900 кг. В 2016 г. в группе разрабатываемых числилось 10 собственно золоторудных месторождений, лицензиями на разработку которых владели 7 предприятий: ПАО «Коммунарковский рудник», ЗАО «ЗДК Золотая Звезда», ООО «МЭС»,

3. Добыча золота в Республике Хакасия в 2004–2016 гг.

Месторождения	Добыча золота, в кг												
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Восточное										48	44	25	163
Еловое						58	637	652	271	295	267	269	231
Кузнецовское		102	66						103				
Майское	48	173											
Чазыгальское	681	575	638	440	80						25	73	
Юзик				2		205	310	309	46	34			
Саралинское	10												
Коммунарское	1153	708	893	704	829	791	741	570	674	1032	1034	1018	1035
Тургаул											96		
Собственно золоторудные всего	1892	1558	1597	1146	909	1054	1688	1531	1094	1409	1466	1385	1429
Россыпные всего	204	152	119	31	114	189	271	424	707	1091	1044	1186	1275

ЗАО НПО «Иргиредмет-Нойон», ЗАО «Саралинский рудник», ООО «Ужунжул», ООО «ЗДК Сибирь» (см. табл. 1). Фактически добыча велась ПАО «Коммунарский рудник» на Коммунарском месторождении и ЗАО «ЗДК Золотая Звезда». На балансе ЗАО «ЗДК Золотая Звезда» числятся запасы пяти коренных месторождений – Еловое, Майское, Восточное, Кузнецовское и Чазы-Гольское. В 2016 г. на месторождении Восточном добыто 163 кг, на Еловом – 231 кг. Всего из коренных месторождений Хакасии в 2016 г. добыто 1429 кг.

На *Коммунарском* месторождении обеспеченность запасами при фактическом уровне добычи в последние 4 года чуть больше 1 т составляет 5 лет. В результате планируемой доразведки флангов и глубоких горизонтов предполагается поставить на баланс дополнительные запасы. Однако можно предположить, что за счет увеличения глубины отработки месторождения и вероятного снижения среднего содержания в рудах, должна будет увеличиться себестоимость добычи золота. Необходимо учитывать, что экономическая эффективность отработки глубоких горизонтов Коммунарского месторождения во многом будет определяться ценой на золото.

На *Кузнецовском* месторождении с 1996 по 2012 гг. включительно проводилась опытно-методическая разработка окисленных руд и доизучение первичных руд. Добыча велась открытым способом, всего добыто 271 кг. С 2014 г. месторождение находится на консервации.

На *Майском* месторождении золото добывали до 2005 г. Затем производилась переоценка месторождения, и в 2013 г. были утверждены запасы, которые и по настоящее время остаются без изменения. Все балансовые запасы расположены в контуре экономически обоснованного карьера с проектной производительностью 150 тыс. т руды в год [2]. Плановый срок службы карьера с учетом развития и затухания горных работ составляет семь лет. По лицензионному соглашению предполагалось начать добычу золота в 2016 г. –

2,6 тыс. т руды и затем ее наращивать – до 15,7 тыс. т в 2017 г., а в 2018–2021 гг. добывать по 150 тыс. т. Однако в 2016 г. отработка месторождения не началась.

Одна из причин, сдерживающих разработку Кузнецовского и Майского месторождений, – необходимость доработки и промышленного внедрения специальной технологии переработки руд. Для повышения экономической эффективности отработки месторождений планируется совместная отработка руд двух месторождений на ГОК «Южный».

ЗАО «Саралинский Рудник» – владелец добычной лицензии на *Саралинское* месторождение с 2009 г. со сроком окончания в 2020 г. По состоянию на середину 2017 г. проект реконструкции ЗИФ проходит экспертизу. Согласно лицензионному соглашению, в первую очередь, планируется добыча золота из отвалов. Расчетная производственная мощность рудника должна составить 210 тыс. т руды в год. Расчетный срок отработки разведанных горизонтов составит 3 года, а с учетом развития и затухания горных работ – 5 лет. Согласно календарному плану добыча должна начаться в 2019 г. и по итогам составить 3578,5 кг золота за 5 лет.

Месторождение *Еловое* было введено в эксплуатацию в 2009 г. и в настоящее время разрабатывается с применением технологии кучного выщелачивания. При уровне добычи 2016 г. – 231 кг обеспеченность запасами составляет около 9 лет.

Добыча золота из россыпей в Республике Хакасия стабильно растет. В 2007 г. было добыто 31 кг, в 2014 г. добыча возросла уже до 1091 кг, а в 2016 г. – до 1275 кг (рис. 3). По данным Государственного баланса запасов на 01.01.2017 г. основными продуцентами россыпного золота являются ООО «Артель старателей «Хакасия» (добыча 641 кг) и ПК «Артель старателей «Ойна» (добыча 447 кг), которые обеспечили более 83% добычи золота из россыпей. Увеличение добычи россыпного золота при сравнительно постоянном количестве

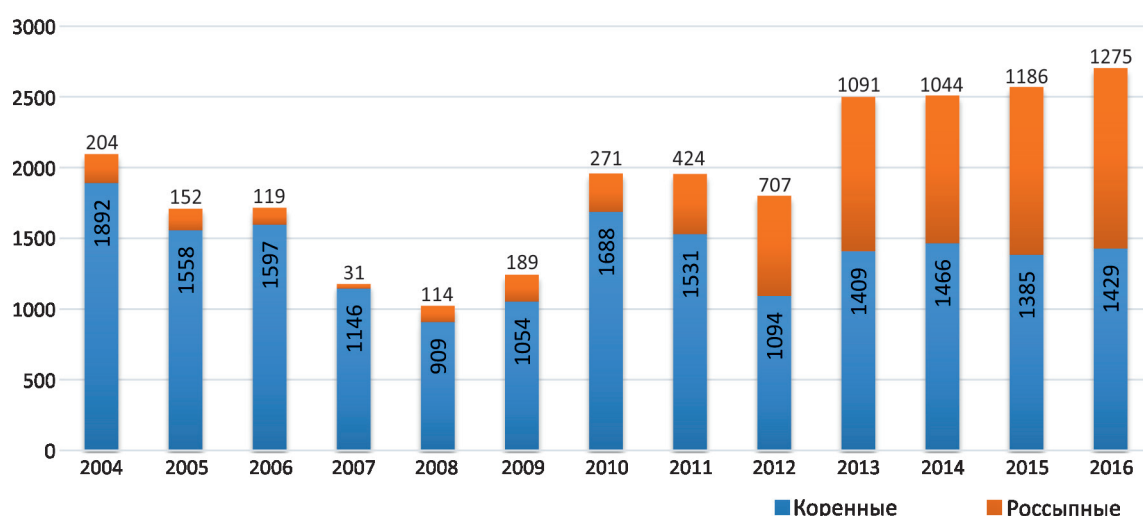


Рис. 3. Динамика добычи коренного и россыпного золота (в кг) в 2004–2016 гг.

объемов добычи коренного привело к тому, что в последние годы его доля в общей структуре добычи выросла до 46–47%.

Начиная с 2012 г. наблюдается стабильное превышение объемов добычи россыпного золота над приростом запасов. В среднем в 2012–2016 гг. ежегодная убыль запасов россыпного золота составила около 425 кг. При сохранении такой тенденции имеющихся запасов, с учетом возможного сохранения текущих темпов их ежегодного прироста, хватит на 15–16 лет. Уменьшение количества и качества запасов россыпного золота неминуемо приведет к снижению их годовой добычи уже в ближайшие несколько лет.

Лицензии на добычу россыпного золота в 2016 г. имели 11 предприятий, 9 из них вели добычу. Предприятием ООО «Артель старателей «Хакасия» в 2016 г. в долине р.Андат было добыто 256 кг россыпного золота, а в долине р.Тюхтерек – 381 кг. ПК «Артель старателей «Ойна» в 2016 г. проводила добычу на следующих россыпных месторождениях: р. Средний Кизас – 54 кг; р. Большой Анзас (руч. Левая Вершина) – 42 кг; р. Анзас Большой (нижнее течение) – 162 кг; на руч. Шамасунг – 35 кг; на месторождении Левокизасское – 132 кг.

Золотодобывающие предприятия Республики Хакасия характеризуются слабой обеспеченностью запасами золота, при имеющихся объемах добычи. Обеспеченность запасами руд составляет от 2 до 10 лет. Все имеющиеся балансовые запасы собственно золоторудных месторождений находятся в распределенном фонде. При этом большая часть запасов сосредоточена всего в 4-х неразрабатываемых в последние годы месторождениях. В 2013–2016 гг. наблюдается стабиль-

ное превышение добычи над приростом запасов россыпных месторождений. На фоне растущей добычи в структуре запасов россыпного золота происходит уменьшение доли запасов промышленных категорий и снижение среднего содержания золота в россыпях.

Исходя из анализа динамики запасов, ресурсов, добычи и результатов ГРП за федеральный бюджет и средства недропользователей в 2004–2016 гг., можно предположить, что через 5–6 лет в Хакасии произойдет значительное снижение добычи золота, по-видимому, до уровня 1500–1600 кг. Компенсировать такое падение возможно будет только при введении одновременно в эксплуатацию месторождений Уйбатского района, передачи в лицензирование с целью разведки и добычи коренного золота перспективных участков Балыксинского района и развертывании масштабных поисковых работ для подготовки ресурсов категорий P_2 и P_1 . Однако снижение результативности поисковых работ в Хакасии в последние годы за счет федерального бюджета и почти полное их отсутствие за средства недропользователей указывает на необходимость определения новых направлений геологоразведочных работ, ориентированных на перспективные геолого-промышленные типы и использование новых подходов и технологий поисков.

Перспективные направления ГРП на золото. На территории Республики Хакасия расположены четыре золоторудно-россыпных района: Коммунарковский, Уйбатский, Балыксинский, Анзас-Кизасский и Саралинский золоторудный узел Мартайгинского района (см. рис. 1). Каждый из этих металлогенических таксонов характеризуется своими особенностями изученности, золотоносности и перспектив увеличения МСБ золота.

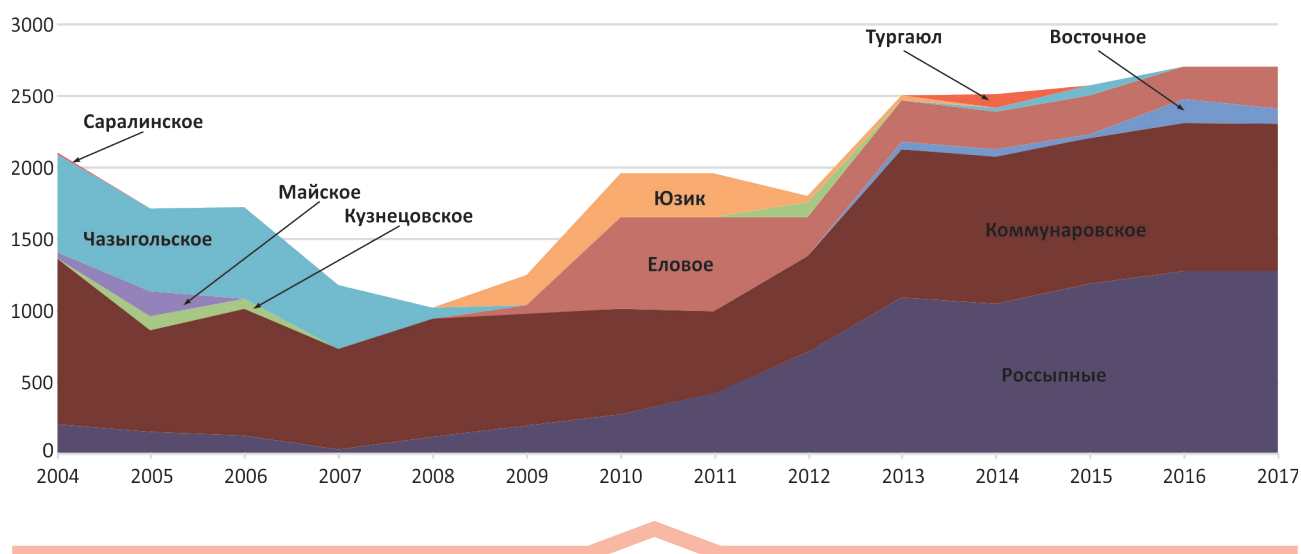


Рис. 4. Динамика добычи золота (в кг) в 2004–2016 гг. в Республике Хакасия:

данные 2017 г. прогнозные

Балыксинский район выделяется высокой для Алтае-Саянской складчатой области россыпной золотоносностью. Накопленная учтенная добыча золота из россыпей района по различным оценкам составляет около 22–25 т. Однако на данный момент коренных месторождений золота в Балыксинском районе на территории Хакасии не выявлено. Имеющиеся прогнозные ресурсы рудного золота (см. табл. 2), в том числе высоких категорий, свидетельствуют о возможности организации здесь добычи золота в наиболее короткие сроки. Основные перспективы наращивания МСБ коренного золота в данном районе связаны с новым для Алтае-Саянского региона типом золотого оруденения – золото-сульфидно-кварцевым в кварц-серицит-анкеритовых метасоматитах. Данный тип оруденения характеризуется наличием золоторудных зон мощностью 5–25 м со средним содержанием золота 1–2 г/т, пригодных для отработки открытым способом, и зон мощностью 1–3 м с содержанием золота до 4–11 г/т, пригодных для отработки подземным способом.

Анзас-Кизасский район выделяется наличием многочисленных россыпей, из которых добыто более 24 т учтенного золота. При этом россыпь р. Левый Кизас характеризуется одним из самых высоких показателей линейной продуктивности в Алтае-Саянском регионе. В этом районе известно одно мелкое коренное месторождение золото-кварцевой формации – Жила Волшебная, с забалансовыми запасами 665 кг. Проведенные здесь геолого-съемочные работы масштаба 1:50 000 и поисковые работы позволили выявить несколько перспективных на золото участков (Кизасский, Троицкий, Покосный и др.) и оценить прогнозные ресурсы (см. табл. 2). Анализ фактических данных показал,

что Анзас-Кизасский район характеризуется полигенным золотым оруденением, а его ресурсный потенциал не ограничивается известными проявлениями золото-кварцевой формации. Кроме золотоносных жил, здесь обнаружены признаки менее изученного золото-сульфидно-кварцевого оруденения жильно-прожилкового и штокверкового типов в метасоматитах различного состава, приуроченных к зонам дробления и рассланцевания. Одной из причин наиболее слабой изученности закономерностей распределения и локализации золотого оруденения в Анзас-Кизасском районе является его плохая транспортная доступность и широкое развитие мощных перекрывающих четвертичных отложений, в том числе курумов.

В 2017 г. сотрудники ФГУП ЦНИГРИ в центральной части Анзас-Кизасской площади выполнили опытно-методические работы, целью которых являлась апробация методики [1] поисков перекрытых месторождений золота в сложных ландшафтно-геоморфологических условиях. В результате проведенных профильных горных, шлихоминералогических и геохимических работ были выявлены и прослежены потенциально минерализованные золотоносные зоны восток–северо-восточного простирания. Минерализованные зоны сложены метасоматически измененными (анкеритизация, сульфидизация и окварцевание) песчаниками, алевролитами, туфами и туффитами, приуроченными к участкам интенсивного рассланцевания и дробления. Изучение рыхлых отложений в шурфах позволило выявить информативный делювиальный слой, в котором над минерализованными зонами установлено золото в шлихах и вторичные литохимические аномалии Au.

Уйбатский и Коммунарковский золоторудно-россыпные районы и Саралинский золоторудно-россыпной узел – основные районы золотодобычи в Хакасии. Добыча золота в Саралинском узле и Коммунарковском районе ведется с перерывами с конца XIX в. на золоторудных полях, каждое из которых включает несколько мелких или средних по запасам месторождений. Рудные поля имеют во многом схожее геологическое строение. Золотое оруденение представлено объектами золото-кварцевой (жильный тип), золото-сульфидно-кварцевой (жильно-прожилковый и штокверковый типы) и золото-скарновой формаций. В связи с высокой степенью изученности золоторудных полей их перспективы связаны, в первую очередь, с доразведкой флангов и на глубину. Здесь для более объективного пересчета запасов необходимо использовать современные буровые установки, обеспечивающие выход керна более 90%, и компьютерные методы обработки пространственных данных. Кроме того, с учетом изменения геолого-экономических параметров возможен пересчет запасов месторождений по более низким значениям кондиционных показателей (снижение средних содержаний золота, бортового содержания, повышения цены на золото и др.), что должно привести к увеличению запасов. В этой связи необходимо рассмотреть возможность перевода части забалансовых запасов в балансовые.

Уйбатский золоторудно-россыпной район является базовым для работы ЗАО «ЗДК Золотая Звезда» в Хакасии. Именно на Майском месторождении в июне 1994 г. компанией ЗАО «ЗДК Золотая Звезда» введена в действие первая установка кучного выщелачивания в России. Компания обеспечивала здесь за счет своих средств прирост запасов и ресурсов. Золотое оруденение этого района представлено золото-кварцевыми жильно-прожилковым и золото-сульфидно-кварцевыми штокверковыми типами руд. Характерная особенность – широкое развитие в штокверках наряду с кварцем полевого шпата и кальцита. Выделяются руды с повышенным количеством сульфидов, в том числе с арсенопиритом, антимонитом и реальгаром. Свойственно развитие кор выветривания, которые являются благоприятным объектом для отработки методом кучного выщелачивания.

Перспективы этого района в ближайшие годы связаны с техническими и финансовыми возможностями ЗАО «ЗДК Золотая звезда». При реализации проекта по возобновлению добычи золота на Кузнецовском, Майском и Чазы-Гольском месторождениях с суммарными запасами 16,16 т золота, здесь возможна добыча на уровне 11,5 т течение 10–15 лет. Однако имеющиеся технологические, финансовые и инфраструктурные сложности сдерживают намеченный на 2016 г. запуск этого проекта.

Для изменения негативных тенденций в динамике МСБ золота Хакасии, предотвращения прогнозируе-

мого спада производства золота, наращивания ресурсов и запасов золота, увеличения объемов добычи золота действующих предприятий и привлечения новых компаний недропользователей, с точки зрения авторов данной публикации, необходима разработка «Региональной программы развития МСБ золота Республики Хакасия». Такая комплексная программа, наряду с вопросами развития инфраструктуры, планов лицензирования, мер хозяйственно-экономической деятельности и др., должна включать в себя предложения по лицензированию и проведению геологических тематических, прогнозно-минерагенических и поисковых геологоразведочных работ.

Предложения по лицензированию. Необходимо активизировать работы по привлечению недропользователей к лицензированию, в первую очередь, в Балыксинском районе. Проведенные за счет средств федерального бюджета работы позволили подготовить достаточное количество ресурсов золота категории Р₁ (92 т) для перевода Кедровского, Пахомовского и Комсомольского участков в лицензионный фонд. Здесь существуют реальные условия для создания нового крупного центра добычи рудного золота, тем более что перспективы золотого оруденения здесь не ограничиваются территорией Хакасии. На прилегающей площади Кемеровской области, в пределах Балыксинского золоторудно-россыпного района, также известны перспективные участки (Федоровский, Лазаретный, Ортонский). При стабильном финансировании ГРП в необходимом объеме в Балыксинском районе и переводе ресурсов в запасы добычу здесь возможно начать уже через 5–6 лет.

При подготовке участков к лицензированию в других районах Республики необходимо проведение дополнительных поисковых, опережающих тематических и среднемасштабных прогнозно-минерагенических работ. Новые возможности по привлечению мелких недропользователей открывают приказы Минприроды России № 61, № 583, № 566, которые определяют условия лицензирования по заявительному принципу слабоизученных участков.

Сейчас, подготовленных площадей для проведения **поисковых работ** на территории Хакасии практически нет. Проводившиеся в последние 15 лет за счет федерального бюджета работы основывались на материалах 1960–1990-х гг., поисковая значимость которых уже в значительной степени исчерпана. В среднесрочной программе ГРП за федеральный бюджет до 2020 г. в настоящее время поисковых объектов нет. Для обоснованной локализации участков поисковых работ необходимо проведение опережающих тематических и прогнозно-минерагенических среднемасштабных работ.

Тематические работы, целевым назначением которых будет обобщение, систематизация и анализ геологических, геофизических, геохимических, дистанционных и металлогенических данных по территории

Хакасии, являются первоочередными. Главный результат таких исследований – скоординированная программа геологоразведочных работ на золото. Основой планирования ГРП на золото должен стать ГИС-проект с базой данных «Прогнозно-металлогеническая карта на золото Республики Хакасия» масштаба 1:500 000, которая будет включать целый набор тематических слоев, крупномасштабные карты-врезки рудных полей и прогнозируемых участков, укрупненную геолого-экономическую оценку и др. Ее составление возможно в рамках отдельного проекта финансирования за федеральный или региональный бюджет. Подобные работы уже выполнены для соседних регионов – Республики Алтай и Алтайского края (2005 г.), Кемеровской области (2009 г.), Красноярского края и Иркутской области в пределах Восточного Саяна (2010 г.). Составление такой информационной основы и анализ данных с учетом современных представлений о золотом оруденении и экономической ситуации позволит повысить результативность гораздо более затратных поисковых и оценочных работ и послужит надежной основой для принятия управленческих решений в области планирования ГРП и недропользования.

Необходимо начать на территории Хакасии *прогнозно-минерагенические работы*, которые, в отличие от крупномасштабных работ, позволят более глубоко изучить закономерности распределения и локализации золотого оруденения на территории отдельных золоторудно-россыпных районов, а также оценить перспективы на выявление новых для региона геолого-промышленных типов. Основным результатом таких работ будет локализация поисковых участков с горно-буровой заверкой прогнозных построений, оценкой и апробацией прогнозных ресурсов категорий P_3 и P_2 . Авторы данной публикации полагают, что для постановки прогнозно-минерагенических работ первоочередной является Анзас-Кизасская площадь (см. рис. 1).

В заключение следует отметить, что запасы золота действующих рудников Республики Хакасия истощаются, а их прирост за счет глубоких горизонтов и флангов ограничен и не обеспечит компенсацию добычи. Все имеющиеся балансовые запасы собственно золоторудных месторождений находятся в распределенном фонде. При этом большая часть запасов сосредоточена всего в 4-х неразрабатываемых месторождениях, а существующие организационные и технологические проблемы ставят под сомнение их ввод в эксплуатацию в проектных объемах в ближайшие годы. В последнее время на фоне растущей добычи россыпного золота наблюдается стабильное падение его балансовых запасов и снижение их качества, что неминуемо приведет к заметному уменьшению добычи уже в ближайшей

перспективе. Доля запасов россыпного золота категорий $A+B+C_1$ с каждым годом уменьшается, а среднее содержание в песках снижается.

Имеющиеся на территории Республики Хакасия прогнозные ресурсы рудного золота категорий P_1 и P_2 апробированы по нескольким участкам Балыксинского и Анзас-Кизасского районов. К сожалению, они до сих пор не переданы в лицензионный фонд, хотя являются первоочередными для оценки запасов и организации здесь добычи золота в кратчайшие сроки. В других районах Хакасии наблюдается острый дефицит участков для постановки поисковых и оценочных работ с целью локализации прогнозных ресурсов категорий P_1 , P_2 и запасов категории C_2 . По сути отсутствует поисковый задел – перспективные площади, выявленные еще в советское время, закончились, а новых участков в связи с отсутствием специализированных на золото прогнозных работ за последние 15 лет не обнаружено. Следовательно, нет подготовленных участков для передачи в лицензионный фонд.

Для решения обозначенных проблем МСБ золота необходимо разработать и реализовать «Региональную программу развития МСБ золота Республики Хакасия». Ее основой, с точки зрения авторов публикации, должны стать взаимоувязанные и системные тематические (территория Республики Хакасия), прогнозно-металлогенические (в первую очередь, Анзас-Кизасский золоторудно-россыпной район и др.) и затем поисковые работы. Данная программа должна быть ориентирована, в первую очередь, на поиски новых типов золотого оруденения в метасоматитах. Выявление таких объектов потребует изменения методики поисковых работ и привлечение кадров, способных реализовать эти методики на практике. На современном этапе необходимо проведение поисков с учетом возможного скрытого и перекрытого залегания месторождений, ландшафтно-геоморфологических условий, фрагментарного развития мерзлоты, возможностей современных геофизических и геохимических методов и оборудования.

Реализация данной программы позволит по-новому раскрыть ресурсный потенциал Республики Хакасия, сформировать необходимый поисковый задел и привлечь недропользователей для организации добычи золота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.И. Экспрессный метод поисков золоторудных месторождений в сложных горно-таежных ландшафтах // Руды и металлы. 2014. № 1. С. 36–42.
2. <http://www.zolotonews.ru/news/48391.htm>

Некоторые организационно-правовые аспекты обеспечения охраны и безопасных условий труда

В.М.АЛЕКСЕЕВ, Е.Г.ФАРРАХОВ, И.Ф.ВОЛЬФСОН (Российское геологическое общество (РОСГЕО); 115191, г. Москва, 2-я Рощинская ул., д. 10)

Рассмотрены вопросы нормативно-правового обеспечения охраны и безопасных условий труда на международном уровне и в России. Описана практика регламентации и организации деятельности предприятий в сфере безопасности труда при проведении геологоразведочных работ.

Ключевые слова: охрана и безопасные условия труда, геологоразведочные работы, управление охраной труда, оценка условий труда и рисков, вредные и опасные производственные факторы.

Алексеев Виктор Михайлович
Фаррахов Евгений Гатович
Вольфсон Иосиф Файтелевич



avmgeo@yandex.ru
rosgeo@yandex.ru
rosgeo@yandex.ru

Some organizational and legal aspects of provision of occupational safety and safe working conditions

V.M.ALEXEYEV, E.G.FARRAKHOV, I.F.VOLFSON (Russian geological society)

The issues of normative and legal provision of occupational safety and safe working conditions on the international level and in Russia are considered. A practice of regulating and organizing activity of enterprises in the field of occupational safety during geological exploration is described in the article.

Key words: occupational safety and safe working conditions, geological prospecting, management of occupational safety, assessment of working conditions and risks, harmful and dangerous production factors.

Специфика и экстремальность условий проведения геологоразведочных работ выдвигает особые требования к охране и безопасности труда геологического персонала, основные организационно-правовые аспекты которых отражены в результатах работы РОСГЕО по Государственному контракту с Минприроды России № АО-11-23/325 от 16.05.2016 «Научные исследования в области использования трудовых ресурсов в геологической отрасли за период 2013–2015 гг. и разработка научно обоснованных предложений по подготовке требований к охране труда при проведении геологоразведочных работ» и частично освещены в настоящей статье.

Условия труда определяются комплексом организационных, технических и технологических параметров производственного процесса, микроклиматом на рабочем месте, а также состоянием природной и социальной среды на территории размещения объекта работ. Поэтому изучение и регламентация организационно-технических факторов условий труда и разработка комплекса мер по улучшению производственной среды является важнейшей задачей функционирования

систем управления охраной труда в отдельных отраслях и предприятиях с учетом межгосударственных и государственных регламентов. Регулирующая роль в управлении охраной и условиями труда принадлежит системе нормативных правовых актов, которая базируется на решениях международных организаций, включая Международную организацию труда (МОТ). МОТ формирует трехстороннюю структуру социального партнерства, в рамках которой представители работодателей, трудящихся и правительств имеют равный голос при решении вопросов в сфере труда, в том числе в области трудового законодательства, управления трудом, норм и нормативов, социального обеспечения, статистики и условий труда, профессионального обучения, трудоустройства и консультаций. При этом Трехсторонней декларацией принципов, принятой Административным советом Международного бюро труда на 204-й сессии (1977 г.) с поправками 279-й сессии (2000 г.), предусматривается обязательная ратификация Конвенций МОТ № 87, 98, 111, 122, 138 и 182, что сделано в России, также максимальное использование Рекомендаций № 111, 119, 122, 146 и 190.

В части безопасности и гигиены труда многонациональным и национальным корпорациям предложено обеспечивать соблюдение соответствующих норм, а Правительствам, которые еще не ратифицировали Конвенции МОТ о снабжении машин защитными приспособлениями (№ 119), о защите от радиации (№ 115), о бензоле (№ 136), о профессиональных раковых заболеваниях (№ 139) максимально применять принципы, содержащиеся в этих Конвенциях и Рекомендациях (№ 118, 134, 144 и 147). Следует также принимать во внимание своды практических правил и практические руководства МОТ по вопросам безопасности и гигиены труда.

Важнейшими документами, формулирующими концептуальные основы межгосударственной политики в области условий и охраны труда, являются ратифицированные в России Конвенция № 155 (1981 г.) «О безопасности, гигиене труда и производственной среде», Конвенция № 150 (1978 г.) «Регулирование вопросов труда», хотя сохраняется определенное количество нератифицированных конвенций. Однако, в Декларации МОТ об основополагающих принципах и правах в сфере труда от 18.06.1998 г. заявлено, что в соответствии с Уставом государства-члены МОТ, даже если они не ратифицировали какие-либо конвенции, должны соблюдать и содействовать применению принципов, касающихся основополагающих прав по труду.

Обеспечение работодателями здоровья работника путем улучшения условий труда диктуется не только социальной, но и экономической целесообразностью. Так по данным МОТ, в мировой экономике потери от воздействия неблагоприятных производственных факторов на здоровье персонала в 20 раз превышают финансовую помощь развивающимся странам и составляют до 4% валового внутреннего продукта (ВВП) развитых стран. Это заставляет государства и работодателей пристальнее оценивать производственные риски с целью уменьшения потерь от их негативного воздействия.

Международные организации и правительства государств с рыночной экономикой выделяют следующие направления нормотворчества по обеспечению профессиональной безопасности и здоровья трудящихся: физиология и психология производственной среды, управление профессиональной безопасностью и здоровьем.

Физиологическое направление в основном касается воздействия на работника вредных веществ и нарушений здоровья, связанных с особенностями производства или трудовой функции. Причем с появлением новых отраслей науки, наряду с традиционными вредными веществами (например, асбест) и отрицательными воздействиями на человека (радиация), появились новые угрозы, такие как, совместное влияние на здоровье работников ряда производственных факторов и токсикология смесей, когда отдельные их компоненты не столь вредны, а в совокупности являются опасными

для здоровья работников. Одновременно современные технологии используют ультрамелкие и наноэлементы, которые активны в химическом отношении и способны проникать в организм человека. Большие проблемы заключаются в использовании канцерогенных и мутагенных субстанций (радон, кристаллы окиси кремния, бензолы), а также репродуктивных токсинов (тяжелые металлы, органические растворители, пестициды, гербициды, анестетические газы), разрушающих эндокринную систему организма и приводящих к серьезным заболеваниям и смерти значительного числа людей. Причем специалисты утверждают, что до 4% всех онкологических заболеваний имеют производственную природу. Дополнительно вредное влияние на здоровье оказывают табачный дым, выхлопные газы автомобилей и мелкодисперсная пыль производств. Это требует изучения негативного влияния на работников вредоносных веществ и технологий, а также разработки адекватных систем оценки производственных рисков и обеспечения безопасных и здоровых условий труда.

Современная производственная среда порождает ряд физиологических проблем, обусловленных интенсивностью производственных процессов, стабильно-напряженным положением и однообразием операций работников (например, работа за компьютером), что вызывает у них нарушения в опорно-двигательном аппарате. Для решения этих проблем ведутся исследования по созданию эргономичных рабочих мест, производственных процессов и технологий, позволяющих уменьшить нагрузку на опорно-двигательный аппарат работников. Одновременно исследователи выделяют в качестве физиологических производственных рисков проблему питания работников на производстве, от организации которого зависит здоровье и работоспособность персонала.

Особое место в обеспечении здоровых условий труда придается психологии производственной среды, которая решает проблемы производственных стрессов, физической и психологической ситуации на производстве, обеспечения баланса между работой и частной жизнью работников, воздействия психологических и организационных факторов на уровень производственного травматизма. Причем важнейшая задача психологии производственной среды – исключение производственных стрессов, проявляющихся в нарушении внимания и координации движений, способности принимать решения, снижении работоспособности и эффективности трудовой деятельности, которые нередко становятся причиной производственных травм и аварий.

Существуют проблемы в организации и управлении охраной труда, особенно в малом бизнесе, где по данным европейского статистического агентства Eurostat производственный травматизм в два раза выше, чем в крупных фирмах, что зачастую обусловлено невозможностью работодателей обеспечивать соответствующие

условия труда из-за нехватки финансовых средств. Устранению такой ситуации служит государственная поддержка обеспечения безопасных и здоровых условий труда, наряду с использованием экономических рычагов стимулирования и принуждения работодателей к соблюдению норм по охране труда. Крупные компании также испытывают некоторые трудности с формированием корпоративной системы охраны труда из-за сложных организационных и управленческих структур. При этом компании иногда отказываются от реализации функций по охране труда в пользу специализированных фирм, которые даже при высокой квалификации специалистов, не всегда могут эффективно выполнять эти функции в силу недооценки специфики деятельности компаний и недостаточности корпоративных информационных связей. Одновременно крупные компании обладают преимуществом перед малым бизнесом за счет применения современных и безопасных технологий, оборудования и материалов, а также более комфортных и гигиеничных помещений и рабочих мест. Кроме того, крупные компании имеют финансовые возможности по обеспечению безопасных условий труда, а также созданию оптимальной страховой и социально-профилактической инфраструктуры. Основные же обязанности по осуществлению превентивных мер по обеспечению безопасности и здоровья работников на производстве возлагаются на стороны трудовых отношений.

Обращаясь к опыту работы зарубежных стран, необходимо отметить роль государства и разнообразие в подходах к решению задач в области условий и охраны труда. Причем во многих странах специальных законов по охране труда на геологоразведочных работах нет, а действуют продолжительное время общие законы для предприятий. Так в Великобритании основными нормативно-правовыми актами являются Закон о фабриках 1961 г. и Закон об охране здоровья работников и безопасности труда (*Health and Safety at Work etc Act*) 1974 г. Данными законами ответственность за безопасность и условия труда работников возложена на нанимателя или владельца производственных помещений. При этом цель законов – обеспечение безопасных условий труда путем реализации требований к оборудованию, техническим средствам и приспособлениям, состоянию рабочих мест и подходов к ним, защите работников от вредных факторов, санитарно-гигиеническим условиям труда и др.

Законом о медицинской консультативной службе занятости 1972 г. установлен контроль за состоянием здоровья работников, а консультанты служб выявляют случаи нанесения персоналу ущерба и направляют владельцу письменное уведомление о необходимости проведения медицинского осмотра пострадавших лиц за его счет. Приказом исполнительного органа по охране здоровья и технике безопасности на предприятии может быть введен медицинский контроль за состояни-

ем здоровья работников сроком до шести месяцев, если условия труда привели или могут привести к их заболеваниям. На предприятиях ведется специальный реестр о наличии категорий работников с особыми условиями труда и по учету несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний работников.

В Великобритании общий надзор и контроль за соблюдением законодательства об охране труда возлагается на Государственного секретаря, а для реализации положений законодательства об охране труда действует комиссия и специальный исполнительный орган по охране здоровья и технике безопасности. Наряду с этим существует Управление по охране труда. Это негосударственная организация, отвечающая за регулирование и проверку выполнения требований законодательных актов по охране труда, а также за проведение научных исследований, обучение, публикации и информирование в области охраны труда. Состав Управления включает инспекцию по взрывчатым веществам, лабораторию охраны труда, королевскую инспекцию по шахтам, управление по безопасности в атомной промышленности и регистр консультантов в области безопасности и промышленной гигиены. Расследования несчастных случаев на производстве в Великобритании назначает комиссия по охране здоровья и технике безопасности в тех случаях, когда сочтет это необходимым.

В США особое внимание правительство уделяет наиболее рискованной горнодобывающей промышленности, для которой еще в 1977 г. был принят, а в 2006 г. обновлен федеральный закон об охране здоровья и труда на шахтах. Данный закон считается самым значительным нормативным актом в области охраны труда и направлен на снижение травматизма и ликвидацию профессиональных заболеваний, возникающих в горнодобывающей промышленности. Для реализации упомянутого федерального закона с 1977 г. действует специальная отраслевая администрация по охране труда (Mine Safety and Health Administration) и круглосуточная «горячая линия», по которой собираются жалобы по нарушениям в сфере охраны труда. Вне зависимости от того и как была получена жалоба (телефон, интернет, письменно и др.), она является основанием немедленной проверки инспекторами в соответствии со сведениями о месте и факте угрозы здоровью людей. Показатель результативности работы Администрации – ежегодное снижение несчастных случаев и потерь рабочих дней по причине аварий. Наряду с этим в США действуют специальные федеральные программы в сфере охраны труда и здоровья работников (отраслевые программы в опасных секторах, программы стратегического партнерства, программы консультаций, образовательные, тренинговые, грантовые программы и др.). Заслуживает внимания практика введения наказания за нарушение трудового законодательства по охране труда, которое в США существует в виде штрафа за первое нарушение – 250 тыс. долларов и повторное – до 500 тыс. долларов.

Международные правовые нормы, включая акты Международной организации труда, играют все большую роль в регулировании охраны труда в нашей стране. В статье 15 Конституции РФ говорится, что общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры Российской Федерации являются составной частью ее правовой системы. Причем, если международным договором (соглашением) установлены иные нормы и правила, чем предусмотренные российским законом, и они ратифицированы, то применяются правила международного договора (соглашения), а нератифицированные конвенции и рекомендации МОТ могут быть использованы государством в национальном законодательстве.

Большое значение для безопасности, гигиены, охраны труда имеет деятельность России в Комиссии Европейского сообщества (ЕС), которая разрабатывает и принимает Директивы по организации охраны труда, требованиям к работам в промышленности с повышенным риском, использованию установок (оборудования и веществ), определению уязвимых категорий рабочих и др. Учитывая ратификацию документов МОТ, а также участие России в международных организациях, Россия в своем законотворчестве ориентируется на международные правовые акты.

Кардинальные изменения в порядок разработки и утверждения нормативных актов в России внес федеральный закон от 27.12.2002 № 184 – ФЗ «О техническом регулировании», в котором в статье 6 указаны цели принятия технических регламентов, а именно:

«защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;

охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;

предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, в том числе потребителей;

обеспечения энергетической эффективности и ресурсосбережения».

Статья 7 Закона определила, что технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие биологическую, механическую, пожарную, термическую, химическую, электрическую и радиационную безопасность, а также безопасность излучений, взрывобезопасность, безопасность продукции (технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте), электромагнитную совместимость для безопасности работы приборов и оборудования, единство измерений и другие виды безопасности.

На этом основании применяются нормативно-правовые акты национальных и государственных стандартов (ГОСТов), санитарные правила и нормы (СанПиНы), строительные нормы и правила (СНиПы), своды правил (СП), правила охраны труда (ПОТ), нормы

пожарной безопасности (НПБ), правила безопасности (ПБ), руководящие документы (РД), методические указания (МУ) и другие документы, соответствующие государственным нормативным требованиям охраны труда.

Для оперативного доведения нормативно-правовых документов по охране труда до предприятий на базе сайта Минтруда создана информационная система нормативно-правового обеспечения охраны труда органов управления и субъектов экономической деятельности. Система представляет собой постоянно обновляемый централизованный банк специализированных данных.

Стандарты безопасности труда определяют терминологию в области охраны труда, требования к производственному оборудованию, технологическим процессам, средствам индивидуальной защиты, содержат предельно допустимые значения вредных факторов.

ГОСТ Р 12.0.001-2013 «Система стандартов безопасности труда. Основные положения» устанавливает цели, задачи и структуру системы стандартов безопасности труда, а также объекты стандартизации.

Организационно-методические стандарты устанавливают:

организационно-методические основы стандартизации в области безопасности труда (цели, задачи и структура системы, внедрение и контроль за соблюдением стандартов ССБТ, терминология в области безопасности труда, классификация опасных и вредных производственных факторов и др.);

требования (правила) к организации работ, направленные на обеспечение безопасности труда (обучение работающих безопасности труда, аттестация персонала, методы оценки состояния безопасности труда и др.).

Стандарты требований и норм по видам опасных и вредных производственных факторов устанавливают:

требования по видам опасных и вредных производственных факторов, предельно допустимые значения их параметров и характеристик;

методы контроля нормируемых параметров и характеристик опасных и вредных производственных факторов;

методы защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов.

Стандарты требований безопасности к производственным машинам и оборудованию устанавливают общие требования безопасности к производственным машинам и оборудованию и отдельным группам (видам) машин и производственного оборудования, а также методы контроля выполнения требований безопасности.

Стандарты требований безопасности к производственным процессам устанавливают общие требования безопасности к производственным процессам и отдельным группам (видам) технологических процессов, а также методы контроля выполнения требований безопасности.

Стандарты требований безопасности к средствам защиты устанавливают требования к отдельным классам, видам и типам средств защиты, методы контроля и оценки средств защиты и их классификацию.

Санитарные нормы и правила содержат требования к гигиене труда, чистоте среды обитания (воздуха, воды, почвы) и качеству продуктов питания. В санитарных нормах определены допустимые уровни опасных и вредных факторов, воздействующих на человека по месту проживания и производственной деятельности.

Обращаясь к российским нормативным правовым актам по охране труда нужно констатировать, что среди таковых практически отсутствуют акты, принятые специально для предприятий, занятых проведением геологоразведочных работ. Следовательно, можно говорить лишь о гармонизации нормативных правовых актов, которые в той или иной мере относятся к охране труда при проведении геологоразведочных работ.

Объективной необходимостью эффективности применения регламентов по безопасности и условиям труда является гармонизация Российского и зарубежного законодательства, которое предполагает их сближение в общих подходах, правовых принципах и отдельных решениях. Вместе с тем, гармонизованные правовые акты могут содержать некоторые различия по форме, содержанию, положениям, требованиям и др. По-видимому, в данном случае надо рассматривать вариант одностороннего согласования Российских нормативных правовых актов, когда они в той или иной степени учитывают содержание международных актов. Причем обязательной гармонизации подлежат нормативные правовые акты, реализующие положения ратифицированных в России международных документов. А остальные акты можно гармонизировать в случае целесообразности их взаимодействия с международными актами с учетом передового опыта.

На гармонизацию нормативных правовых актов направлена Программа сотрудничества между Российской Федерацией и Международной организацией труда (далее – Программа). При выполнении Программы сотрудничества на 2013–2016 гг. были достигнуты существенные результаты по следующим направлениям:

ратификация пяти конвенций МОТ (в том числе о безопасности и гигиене труда) и работа по ратификации Конвенции о профилактике и контроле профессиональных рисков, вызываемых канцерогенными веществами и агентами;

модернизация законодательной базы в сфере охраны труда, внедрение системы управления охраной труда/или регулирование условий труда, основанной на достоверной оценке условий труда и опасностей на рабочих местах;

укрепление социального партнерства через проведение обучающих программ, семинаров, круглых столов и другие результаты.

Ранее в России были предприняты шаги по модернизации национальной системы охраны труда и совершенствованию работы трудовой инспекции. В 2010–2012 гг. Россия ратифицировала рамочную Конвенцию МОТ № 187 от 2006 г. «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда», а также Конвенцию № 174 от 1993 г. «О предотвращении крупных промышленных аварий». В 2011 г. был внесен ряд изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации, касающихся вопросов управления профессиональными рисками. Это послужило отправной точкой для перехода от компенсационной модели управления охраной труда и выплат за вредные условия труда на современную систему управления профессиональными рисками, позволяющую реализовать превентивные подходы к сохранению здоровья работников на производстве и сократить все виды издержек, связанных с неблагоприятными условиями труда. Эти меры способствуют сохранению жизни и здоровья работников на производстве и улучшению демографической ситуации в стране. Одновременно Роструд стал инициатором создания Регионального альянса инспекций труда стран СНГ и Монголии.

В настоящее время действует Программа сотрудничества между Российской Федерацией и МОТ на 2017–2020 гг., которая предусматривает:

расширение возможностей занятости и повышение производительности труда;

обеспечение соблюдения норм на рабочих местах и достойных условий труда;

сотрудничество в области социального страхования и пенсионного обеспечения;

продвижение международных трудовых норм, укрепление социального диалога.

С целью реализации новой программы сотрудничества с участием социальных партнеров предусмотрен план, в котором определяются мероприятия и сроки их выполнения, а также конкретные индикаторы для измерения результатов.

На гармонизацию нормативных правовых актов с нормами международного права направлено принятие стандартов, касающихся систем управления охраной труда, определения опасностей, оценки рисков, опасных и вредных производственных факторов, а также менеджмента безопасности труда и охраны здоровья.

К настоящему времени сделано многое для гармонизации нормативных правовых актов международного права, хотя большинство изменений в сфере охраны труда являются инициативой «сверху». При этом соответствующие ведомства ориентируются на международный опыт сочетания принципов суровости наказания за несоблюдение требований охраны труда и поощрения, преференций за достижения в области охраны труда. Заслуживает внимания практика развитых стран по независимому профсоюзному контролю за условиями труда у работодателя, результаты которого

могут стать достоянием средств массовой информации, способных создать общественное мнение о конкретном работодателе.

Современную систему оценки условий труда на рабочих местах в РФ сформировали федеральный закон от 28.12.2013 N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» и Приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и(или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению». Минтруд России, как разработчик законов, подтвердил, что его нормы не противоречат положениям Договора о Евразийском экономическом союзе, а также положениям иных международных договоров Российской Федерации.

Вместе с тем в России еще сохранились прежние подходы к оценке условий труда на рабочих местах посредством установления их соответствия гигиеническим нормативам, хотя в развитых странах в ее основу положено определение профессионального риска повреждения здоровья работника в процессе трудовой деятельности.

С точки зрения совершенствования законодательства по охране и условиям труда необходима разработка экономических механизмов стимулирования работодателя и работника при соблюдении нормативных требований по безопасности труда и обеспечению здоровья трудящихся. В связи с этим, следует рассмотреть вопрос о подготовке нормативных актов, предусматривающих экономическое стимулирование или финансовое поощрение (например, в части льгот по страховым взносам или налогообложению) работодателей, работников и предприятий в целом за эффективную работу по безопасности и охране труда. Кроме того, законодательно закрепить норму о возможном отказе работника от выполнения своих обязанностей в случае несоответствия рабочего места нормативам по охране труда, а также наличия или возможного возникновения опасностей для здоровья при проведении геологоразведочных работ.

Одновременно при оценке условий труда на рабочих местах необходимо акцентировать внимание на оценку профессионального риска нанесения вреда здоровью работника как путем его травмирования за счет влияния опасных факторов, так и приобретения профессиональных заболеваний из-за воздействия вредных факторов условий труда. Это обусловлено тем, что в настоящее время штат работников по охране труда зачастую не имеет соответствующей специальной подготовки, и одновременно предполагается их участие в специальной оценке условий труда и определении степени риска производственного травматизма на рабочих местах. Примером может быть ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 «Менеджмент риска. Методы оценки риска», в котором дана общая характеристика методов оценки риска. Данный национальный стандарт подготовлен АНО «НИЦ КД»

на основе собственного аутентичного перевода на русский язык международного стандарта и идентичен международному стандарту ИСО/МЭК 31010:2009 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» (ISO/IEC 31010:2009 «Risk management – Risk assessment techniques»). Он является основополагающим стандартом в области менеджмента риска и предназначен для предприятий различных отраслей промышленности. Нормативные документы, содержащие методы и критерии оценки риска для конкретных отраслей, должны соответствовать требованиям настоящего стандарта. Одновременно в области применения стандарта указано, что он не содержит конкретных критериев для принятия решения по анализу риска и указаний по применению методов анализа риска в конкретной ситуации, а также допускает использование других методов оценки риска с учетом их применимости в конкретной ситуации. В национальном стандарте приводится описание методов определения степени профессионального риска, детальное освоение которых для специалистов по охране труда затруднительно. Правда данный национальный стандарт предназначен для добровольного применения в отраслях и предприятиях экономики России.

Большое значение для гармонизации законодательства и нормативных актов по охране и условиям труда имеет использование зарубежной практики в этой сфере в отраслях и предприятиях России. В связи с этим заслуживает внимания описанный в интернет-пространстве зарубежный опыт работы в области охраны и условий труда крупнейшей нефтесервисной компании «Шлюмберже», с численностью персонала около 113 000 человек и работающей более чем в 85 странах мира, включая Россию и Казахстан. «Шлюмберже» предоставляет широкий спектр услуг – от проведения геологоразведочных работ до управления добычей углеводородов и эффективной эксплуатации месторождения. В 1990-х гг. компания начала работать в Тюмени и других регионах России.

Компания «Шлюмберже» выдвигает высокие требования к безопасности труда, охране здоровья работников, а также окружающей среды в местах их работы и проживания. Этому способствует действующая в компании онлайн-система QUEST, которая осуществляет мониторинг отчетности в области охраны труда (ОТ), техники безопасности (ТБ) и охраны окружающей среды (ООС), хранит результаты проверок и отчеты по выявлению рисков, отслеживает процесс обучения персонала, что облегчает управление в сфере ОТ, ТБ и ООС.

Многоступенчатая система охраны труда – политика–стандарт–локальная процедура охватывает все работы с оценкой рисков, а также всех работников с первого до последнего дня работы в компании. Причем работник в случае опасности имеет право и обязанность остановить работу, а каждый инцидент подвергается расследованию, результаты которого распространяются по всем локациям для изучения опыта.

Охрана труда в компании базируется на системе «Золотые правила охраны здоровья, труда и окружающей среды» (далее – ОЗТОС), которая включает: безопасное вождение, контроль за изменениями, грузоподъемные операции, пожарную безопасность, работы на высоте, энергосистемы, земляные работы, наряд-допуск на производство работ, охрану здоровья, средства индивидуальной защиты, сероводород, вход в замкнутое пространство.

Золотые правила ОЗТОС предполагают оценку рисков работ, результаты которой доводятся до сведения персонала перед установлением задания. При оценке рисков рассматриваются опасные факторы, возможность и степень опасности работ, с целью разработки мер по обеспечению безопасности труда. Обязанностью менеджеров и супервайзеров является доведение до всего персонала в понятной форме Золотых правил ОЗТОС и осуществление контроля за их соблюдением. Случаи нарушения правил регистрируются, издается уведомление, проводится расследование происшествия, и к виновным применяются дисциплинарные воздействия.

Большинство несчастных случаев и происшествий происходят по вине работников, в том числе из-за халатности и усталости при выполнении работ, стресса или неспособности осознать опасность, недостатка знаний и(или) соответствующего обучения. Для устранения влияния на безопасность труда человеческого фактора в компании действуют системы обучения персонала безопасным методам работы, определения опасных факторов и оценки рисков, а также Золотым правилам ОЗТОС.

В целом, принципы организации системы управления безопасностью и охраной труда компании «Шлюмберге», включая Золотые правила ОЗТОС, подкупают своей универсальностью, простотой и конкретностью и могут быть рекомендованы для применения в геологической отрасли с учетом специфики проведения геологоразведочных работ.

Улучшению охраны и условий труда работников придают большое значение отечественные компании, так как это способствует сохранению здоровья трудящихся, сокращению финансовых издержек из-за заболеваний и травматизма работников, а также повышению конкурентоспособности геологических предприятий на рынке труда. Особенно следует отметить российские геологические предприятия, работающие по контрактам с зарубежными фирмами или за пределами России, а, следовательно, руководствующиеся нормами безопасности и охраны труда для иностранных компаний. К таковым относятся АО «ГНПП «Аэрогеофизика» и предприятия, входящие в государственный холдинг «Росгеология» (ОАО «Севморнефтегеофизика», «Дальморнефтегеофизика», АО «Южморгеология» и др.), в том числе, проводящие геологоразведочные работы в акватории морей и

океанов, где созданы системы управления охраной труда с учетом требований российского законодательства и зарубежных стран.

Так в АО «ГНПП «Аэрогеофизика», являющейся ведущей российской компанией и одним из мировых лидеров по оказанию сервисных аэрогеофизических услуг, приоритетное внимание уделяется обеспечению безопасных условий труда, защите жизни и здоровья персонала, снижению негативного влияния на окружающую среду, а также предотвращению аварий, инцидентов, происшествий, несчастных случаев и травмирования работников.

На предприятии действует политика в области охраны труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды, отвечающая требованиям международных стандартов и государственных нормативных документов РФ. Реализация политики осуществляется посредством формирования системы менеджмента охраны труда, промышленной и экологической безопасности, основу которых составляют локальные нормативные акты и регламенты, определяющие цели, задачи и функции подразделений, а также обязанности, права и ответственность персонала по их реализации. Система менеджмента в области охраны и безопасности труда пронизывает все сферы деятельности предприятия от каждого рабочего места до руководителей высшего звена.

Регламент предприятия по системе управления охраной труда, промышленной безопасности и охране окружающей среды определяет политику и организацию работ в этой сфере, в том числе включает:

- требования к организации и санитарно-бытовому обслуживанию рабочих мест;

- требования безопасности и охраны труда, а также порядок допуска персонала при подготовке и проведении аэросъемки с использованием воздушных судов;

- организацию работ по специальной оценке условий труда;

- требования к проведению инструктажей, обучению и проверке знаний, а также порядок разработки и утверждения инструкций по безопасности и охране труда;

- организацию и проведение медицинских осмотров, порядок обеспечения работников средствами индивидуальной и коллективной защиты;

- гарантии и компенсации за труд во вредных и (или) опасных условиях труда и особых климатических условиях;

- обязанности и права работника в области охраны труда;

- требования безопасности и охраны труда при вводе в эксплуатацию нового оборудования и в аварийных ситуациях;

- расследование и учет несчастных случаев и профзаболеваний;

- охрану окружающей среды.

Заслуживает внимания регламент АО «ГНПП «Аэрогеофизика» по порядку выявления, оценки и минимизации рисков в области охраны труда, применение которого позволяет принимать адекватные меры по предупреждению и снижению опасностей, а в конечном счете уменьшить вероятность возникновения несчастных случаев и аварий на производстве. Работа в данном направлении осуществляется специальной рабочей группой высококвалифицированных специалистов по утвержденной методике оценки рисков. Процесс выявления опасностей и оценки рисков включает:

сбор предварительной информации и выявление опасностей;

определение действующих мер снижения и минимизации рисков;

определение тяжести последствий;

определение вероятности возникновения рисков;

оценку рисков.

В процессе выполнения работ формируются таблицы и матрицы оценки рисков, определяются вероятность и степень тяжести негативных событий, а также разрабатываются мероприятия по их предотвращению и уменьшению возможных отрицательных последствий для работников и производства.

В АО «ГНПП «Аэрогеофизика» с целью идентификации вредных и(или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса, а также уровня их воздействия на работников осуществляется специальная оценка условий труда. На основании проведенных исследований и измерений, эксперт привлекаемой специализированной организации, относит условия труда на рабочих местах по степени вредности и(или) опасности к соответствующим классам (подклассам). По результатам специальной оценки условий труда разрабатываются и осуществляются мероприятия по улучшению условий труда, защите от воздействия вредных производственных факторов, гарантиям и компенсациям работникам при вредных условиях труда, обеспечению работников средствами индивидуальной и коллективной защиты, организации медицинских осмотров работников и др.

Специфика производства аэрогеофизических работ и наличие нестационарных рабочих мест выдвигает особые требования к организации и безопасности труда персонала, в том числе геофизиков, борт-операторов, операторов базовой станции, выполняющих работы с использованием воздушных судов (аэросъемку) и подверженных опасности за счет неблагоприятного воздействия следующих производственных факторов:

движущиеся самолеты, вертолеты, спецавтотранспорт;

воздушные и газовые потоки от работающих авиадвигателей, а также камни, песок и другие предметы, попавшие в них;

воздушные всасывающие потоки (зона сопел авиадвигателей);

вращающиеся винты стоящих на стоянках самолетов и вертолетов;

выступающие части самолета и его оборудования (бытового и аварийно-спасательного оборудования, незакрытые створки люков, лючков и др.);

повышенное скольжение (вследствие обледенения, увлажнения и замасливания поверхностей трапа, места стоянки и покрытия аэродрома);

предметы, находящиеся на поверхности места стоянки самолета (шланги, кабели, тросы заземления и др.);

нахождение вблизи от неогражденных перепадов по высоте (например, у открытой входной двери самолета), а также возможность падения в незакрытые (во время предполетного обслуживания) люки воздушных судов;

перепад давления (при наборе высоты и снижении);

недостаточное содержание кислорода в воздухе рабочей зоны;

повышенный уровень шума и вибрации;

повышенная или пониженная температура и влажность воздуха;

недостаточная освещенность рабочей зоны, места стоянки воздушного судна и др.;

возможность пожара или взрыва на борту воздушного судна.

Для соблюдения требований, норм и правил охраны труда, а также промышленной и экологической безопасности на объектах АО «ГНПП «Аэрогеофизика» и его подрядных организациях действует регламент «Порядок подготовки и проведения внутреннего аудита и инспекций по промышленной и экологической безопасности, охране труда и гражданской защите». Аудит осуществляет специальная комиссия, которая в соответствии с графиками проверки призвана оперативно выявлять отклонения факторов условий труда от требований действующего законодательства об охране труда, правил, норм и стандартов безопасности и принимать решение по их устранению, также осуществлять перспективное и текущее планирование мероприятий по обеспечению безопасных и здоровых условий труда. В процессе деятельности комиссия вправе составлять акты и выдавать предписания на приостановку работы объекта или оборудования в случае выявленных нарушений.

В АО «ГНПП «Аэрогеофизика» большое внимание уделяется инструктажам, обучению и проверке знаний по безопасности и охране труда, а также проведению медицинских осмотров работников с целью обеспечения профилактических мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний с учетом особенностей производственных процессов, а именно, проведения аэросъемок с использованием воздушных судов.

Специфика производства геофизических работ в АО «ГНПП «Аэрогеофизика» выдвигает особые требования к промышленной безопасности и профилактике

аварийных ситуаций, способных оказать негативное воздействие на окружающую среду и здоровье работников. В основу требований положен принцип обособленного сочетания экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства.

При планировании мероприятий по промышленной безопасности на предприятии учитываются требования к техническим устройствам, а также проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, вводу в эксплуатацию, техническому перевооружению, консервации и ликвидации производственных объектов. Одновременно разработаны требования и планы первоочередных действий персонала АО «ГНПП «Аэрогеофизика» при возникновении аварийных ситуаций и пожаров, направленные на обеспечение безопасности, сохранение здоровья и жизни людей. При несчастном случае работник сообщает о случившемся своему непосредственному или вышестоящему руководителю и обращается за медицинской помощью, используя специальную карточку экстренных вызовов.

Другим примером является ОАО «Севморнефтегеофизика», где научно-исследовательские суда оснащены импортным геофизическим оборудованием, поступающим от иностранных производителей с инструкциями по безопасной его установке, ремонту и обслуживанию, включая инструкцию по установке сейсмической косы. Для проведения инструктажей на научно-исследовательских судах имеются:

- компьютеризированная программа по обучению и проверке знаний требований охраны труда по каждой должности с учётом специфики работ;

- инструкции по охране труда по должностям для судового экипажа и видам работ для геофизической партии (специфики работ с геофизическим оборудованием);

- правила техники безопасности при проведении геофизических работ в море (Международная Ассоциация Геофизических Подрядчиков – английский вариант);

- компьютерная программа обучения и проверки знаний требований охраны труда;

- инструкции по охране труда и журналы проведения инструктажей;

- процедуры и политика в области безопасности и охраны труда.

Заслуживает положительной оценки деятельность ОАО «Дальморнефтегеофизика» в области охраны условий труда. Так в организации составляются планы работ и мероприятий по охране труда, здоровья, окружающей среды и обеспечению режима безопасности по проектам на период выполнения комплексных морских геофизических исследований и сейсморазведочных работ на лицензионных участках. При разработке планов учитываются медико-геологические и географо-климатические факторы, оказывающие влияние на условия труда и здоровья работников при выполнении геофизических работ.

В ОАО «Дальморнефтегеофизика» большая работа проводится по специальной оценке условий труда на рабочих местах, в том числе на судах различного назначения, включая научно-исследовательские суда при выполнении геофизических работ. По результатам оценки большинство рабочих мест относится к 2-му и 3-му (3.1 и 3.2 подклассы) классам условий труда с учетом влияния следующих факторов: химический, шум, инфразвук, ультразвук, вибрация общая и локальная, неионизирующие излучения, ионизирующие излучения, микроклимат, световая среда, тяжесть трудового процесса, напряженность трудового процесса и др. На основании оценки условий труда на рабочих местах принимается решение об установлении льгот и компенсаций работникам (повышенный размер оплаты труда, ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск, сокращенная продолжительность рабочего времени, выдача молока или других равноценных пищевых продуктов, лечебно-профилактическое питание, льготное пенсионное обеспечение). Одновременно разрабатывается матрица применения средств индивидуальной защиты органов человека (глаза, лицо, голова, уши, органы дыхания, руки, тело, ноги) от влияния вредных факторов при различных работах на берегу и в транзитной зоне (защитные каска, комбинезон, перчатки, обувь и очки, наушники, беруши, средства индивидуальной защиты от огня, спасательный жилет, страховочный пояс, респиратор-маска от пыли и др.).

Большая работа в сфере защиты здоровья и обеспечения условий труда проводится в АО «Южморгеология», где действует система менеджмента безопасности и охраны труда и соответствующая система управления охраной труда и промышленной безопасности (далее – система), которые соответствуют ГОСТ Р 12.0.230-2007, международным конвенциям и нормативным документам, регламентирующим защиту жизни и здоровья трудящихся. В системе определены концепция и основные задачи управления в области охраны труда и промышленной безопасности, защиты здоровья и окружающей среды, а также регламентирован порядок анализа производственных опасностей и профессиональных рисков, которые реализуются через процедуры и другие регламенты. Так на предприятии задействованы процедуры идентификации и оценки уровня профессиональных рисков с применением специальной методики. Целям оздоровления условий труда способствуют процедуры по порядку проведения медицинских осмотров и обследований работников, обеспечению их качественными средствами индивидуальной защиты и гигиены. Кроме того, действуют правила личной безопасности работников АО «Южморгеология» и подрядных организаций, а также осуществляется политика в отношении алкоголя и наркотиков.

Руководящая роль по управлению охраной труда и промышленной безопасностью закреплена за генеральным директором. На предприятии четко обозначены

функции, обязанности, права и ответственность администрации, руководителей разного уровня, специалистов, служащих и работников рабочих профессий в области охраны труда и промышленной безопасности. Системой установлено участие работников и выбранных ими представителей в сфере обеспечения безопасности, улучшения условий и охраны труда, включая работу Комиссии по охране труда и уполномоченных (доверенных) лиц по охране труда профессионального союза. Для эффективной реализации системы предусмотрено обучение, профессиональная подготовка, повышение квалификации персонала в области безопасности и охраны труда, включая инструктаж, обучение и проверку знаний по охране труда, подготовку и аттестацию работников в области промышленной безопасности. Управление охраной труда и промышленной безопасностью осуществляется посредством системы нормативных актов и планирования деятельности в этой сфере, в том числе мероприятий по улучшению условий труда. В соответствии с политикой в области охраны труда и промышленной безопасности приоритетными являются задачи по обеспечению защиты жизни и безопасных условий труда работников, отсутствие несчастных случаев, профессиональных заболеваний и аварий на предприятии. В рамках системы менеджмента осуществляется процедура контроля, аудита и оценки состояния безопасности и охраны труда, включающая 5-ступенчатый производственный контроль, внутренний и внешний аудит, комплексные, целевые и оперативные проверки безопасности и охраны труда на рабочих местах, по состоянию производственных зданий и сооружений, технических средств и оборудования. Одним из составляющих элементов

производственного контроля предприятия является процедура «Система информационной безопасности «Стоп-карта»», позволяющая оперативно реагировать на нарушения безопасности и охраны труда на рабочих местах, а также предотвращать аварийные ситуации и инциденты в ходе производственной деятельности. Наряду с системой менеджмента безопасности и охраны труда на предприятии действует Коллективный договор, в котором уделяется внимание вопросам здоровья работников и условиям труда.

В заключение можно сказать, что совершенствование нормативных актов, организация охраны и улучшение условий труда соответствует интересам работников и работодателей, а также экономически выгодно для любого предприятия, будь то малое или среднее, и в целом для экономики страны. Практика показывает, что затраты на охрану труда окупаются как в масштабах страны, так и на уровне отдельного производства, особенно если учесть, что по оценке специалистов примерно 4–5% ВВП в России ежегодно теряется по причине несчастных случаев и заболеваний, связанных с трудовой деятельностью.

Для обеспечения защиты трудовых прав граждан, включая право на безопасные условия труда, предусмотренные Конституцией Российской Федерации, нашей стране необходима национальная программа по охране труда, которая включала бы в себя национальную политику, стратегию и алгоритм действий в соответствии с принципами и задачами в этой области, провозглашенными на самом высоком уровне. Ведь комфортные и безопасные условия труда – это один из важнейших факторов, влияющих на производительность труда и здоровье трудящихся.

Металлогения Приаргунской структурно-формационной зоны

В.В.КУЗНЕЦОВ (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1),
А.И.БРЕЛЬ (АО «Читагеологоразведка»; 672026, Забайкальский край, г. Чита, ул. Амурская, 91/15),
Н.Н.БОГОСЛАВЕЦ, С.Л.ЕЛШИНА, Т.П.КУЗНЕЦОВА, Т.В.СЕРАВИНА (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Установлено, что рудоносными (рудовмещающими) в пределах Приаргунской структурно-формационной зоны (СФЗ) являются венд-кембрийские карбонатно-терригенные и средне-верхнеюрские терригенно-вулканогенные отложения, объединяющиеся соответственно в карбонатно-терригенную и вулканогенно-кремнисто-терригенную формации. Проведено металлогеническое районирование: рудные районы выделены по полям распространения названных формаций, которые могут быть объединены в формационный комплекс, а рудные узлы – по развитию одной из рудоносных формаций, локализованных в пределах палеопротекторов, или вулканогенно-тектонических депрессионных структур. В пределах Приаргунской СФЗ локализованы месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS) – колчеданно-полиметаллический (Нойон-Тологойский) формационный тип и в осадочных толщах (SEDEX) – свинцово-цинково-колчеданный (Приаргунский) формационный тип. Рудные тела стратиформных свинцово-цинково-колчеданных месторождений Приаргунского типа сформированы в два этапа: гидротермально-осадочный и метаморфогенный. Формирование колчеданно-полиметаллических месторождений Нойон-Тологойского типа происходило преимущественно в субмаринных малоглубинных обстановках по модели придонного отложения рудных залежей путем метасоматоза и выполнения полостей отслоения слаболитифицированных осадков.

Ключевые слова: Приаргунская структурно-формационная зона, рудный район, рудный узел, геологические формации, прогнозно-поисковые модели, колчеданно-полиметаллические месторождения.

Кузнецов Владимир Вениаминович
Брель Андрей Иванович
Богославец Николай Николаевич
Елшина Светлана Львовна
Кузнецова Татьяна Петровна
Серавина Татьяна Валерьевна



okt@tsnigri.ru
raf-chita@mail.ru
bogoslavets@tsnigri.ru
elshina@tsnigri.ru
okt@tsnigri.ru
tanyaseravina@gmail.com

Metallogeny of the Priargunsky structural-formational zone

V.V.KUZNETSOV (Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, FSUE TsNIGRI),
A.I.BREL (JSC «Chitageologorazvedka»),
N.N.BOGOSLAVETS, S.L.ELSHINA, T.P.KUZNETSOVA, T.V.SERAVINA (Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, FSUE TsNIGRI)

It is established that the Vendian-Cambrian carbonate-terrigenous and Middle-Upper Jurassic terrigenous-volcanogenic rocks, which combine into carbonate-terrigenous and volcanogenic-siliceous-terrigenous formations, are respectively ore-bearing (ore-bearing) within the Priargunsky SFZ. Metallogenic zoning is done: ore regions are identified by the distribution zones of the named formations, which can be combined into a formation complex, and ore clusters - by the development of one of the ore-bearing formations localized within the paleoflexures or volcanic-tectonic depressive structures. Within the Priargunsky SFZ, deposits in volcanic associations (VHMS) – pyrite-polymetallic (Noion-Tologoi) formational type are localized and in the sedimentary strata (SEDEX) – lead-zinc-pyrite (Priargunsky) formation type. Ore bodies of stratiform lead-zinc-pyrite deposits of the Priargunsky type are formed in two stages: hydrothermal-sedimentary and

metamorphogenic. The formation of pyrite-polymetallic deposits of the Noion-Tologoi type occurred mainly in submarine shallow conditions by the model of the seafloor sedimentation of ore deposits by metasomatism and the execution of cavities of delamination of slightly lithified sediments.

Key words: Priargunsky structural-formational zone, ore region, ore cluster, geological formations, forecast-search models, pyrite-polymetallic deposits.

Особенности геологического строения Приаргунской структурно-формационной зоны обусловлены разноплановыми и разномасштабными процессами, протекавшими в архейскую, раннепротерозойскую, позднепротерозойскую, ранне-, средне- и позднепалеозойскую, мезозойскую и кайнозойскую тектонические эпохи. Сохранность структурных этажей различна, и поэтому судить о характере, последовательности и масштабах геологических событий на ряде этапов или их стадий можно лишь предположительно. Наблюдаемая здесь мозаика разнородных и разноразмерных блоков (террейнов), представляющих собой перемещенные фрагменты макроструктур, хотя и позволяет оценить характер геологических процессов, происходящих на рассматриваемой части окраины Сибирского континента, но увязка этих различных геодинамических обстановок в целостную картину геологического развития региона во многом носит субъективный характер [2].

В позднерифейскую стадию сформировался комплекс основания, представленный **сланцево-карбонатной формацией**. Эти образования, развитые преимущественно в южной части зоны, были метаморфизованы в условиях зеленосланцевой и амфиболитовой фаций регионального метаморфизма и превращены в слюдистые и кристаллические сланцы с кордиеритом и ставролитом, а также в гнейсы, амфиболиты, содержащие прослои мраморов и кварцитов. Мощность этих отложений составляет от 1000 до 2000 м. На рифейском фундаменте в венде образовался обширный морской бассейн, где вплоть до позднего кембрия накапливались терригенно-карбонатные и карбонатные формации с толщами пестроцветных пород в верхней части разреза. В конце раннего палеозоя произошли орогенез и гранитообразование [6]. Затем после длительного перерыва в юрском разрезе выделяются нижнеюрские континентальные озерно-болотные, среднеюрские континентальные и средне-верхнеюрские терригенно-вулканогенные островодужные отложения. Отложения мелового возраста представлены терригенными разрезами с прослоями бурых углей и относятся к нижне-, средне-меловой угленосной молассе.

Рудоносными (рудовмещающими) в пределах Приаргунской СФЗ являются венд-кембрийские карбонатно-терригенные и средне-верхнеюрские терригенно-вулканогенные отложения (рис. 1).

Венд-кембрийская карбонатно-терригенная формация подразделяется на две субформации: нижнюю

– углеродисто-карбонатно-терригенную и верхнюю – терригенно-карбонатную (рис. 2).

Углеродисто-карбонатно-терригенная субформация сложена углеродисто-глинистыми, кварцево-слюдистыми алевролитами, метаморфизованными песчаниками и алевролитами или ритмичной пачкой, состоящей из чередования терригенных и карбонатных отложений.

Раннекембрийская терригенно-карбонатная субформация сложена переслаивающимися пачками водорослевых кремнистых доломитов и хемогенных известняков с прослоями глинистых сланцев и алевролитов, линзами осадочных карбонатных брекчий, реже – конгломератов. В средней части разреза отмечается флишоподобная толща, сложенная глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками с прослоями известняков, доломитов кремнистых пород и туфопесчаников. В Нерчинско-Заводском рудном районе формация представлена доломитами, доломитовыми известняками и известняками с прослоями глинистых и мергелистых сланцев.

Завершилось накопление венд-кембрийской формации внедрением интрузий габбро-диорит-гранитовой формации, условно датируемой нижним палеозоем. Большая часть гранитоидных массивов сложена гнейсогранитами, гранитами и гнейсо-диоритами.

Средне-верхнеюрские терригенно-вулканогенные отложения объединяются в вулканогенно-кремнисто-терригенную формацию. На основе сопоставления обобщенных колонок рудных районов рассматриваемая формация подразделяется на три субформации (снизу-вверх): базальт-(андезит)-дацитовую углерод-кремнисто-терригенную, базальт-андезит-дацитовую и вулканогенно-терригенную (рис. 3). Для всех субформаций характерна фациальная изменчивость, заключающаяся в смене вулканогенных отложений терригенными, часто на коротких расстояниях. Соотношение вулканогенной и терригенной составляющей в их пределах колеблется, от преобладания вулканитов до подчиненного их количества. Что касается самих вулканогенных пород, то также наблюдается резкая изменчивость в соотношении кислых, средних и основных пород.

Вулканизм в регионе носил циклический характер. В настоящее время можно выделить до трех циклов: основные–средние–кислые вулканогенные отложения с постепенными переходами друг в друга.

Вулканогенные отложения тургинской свиты мелового (?) возраста, отнесены к вулканогенно-кремнисто-терригенной формации верхней юры завершающего цикла вулканической активности в регионе, что



определяется общностью состава пород и их петрохимическими свойствами, а терригенные разрезы с прослоями бурых углей к нижней – среднемеловой угленосной молассе.

34

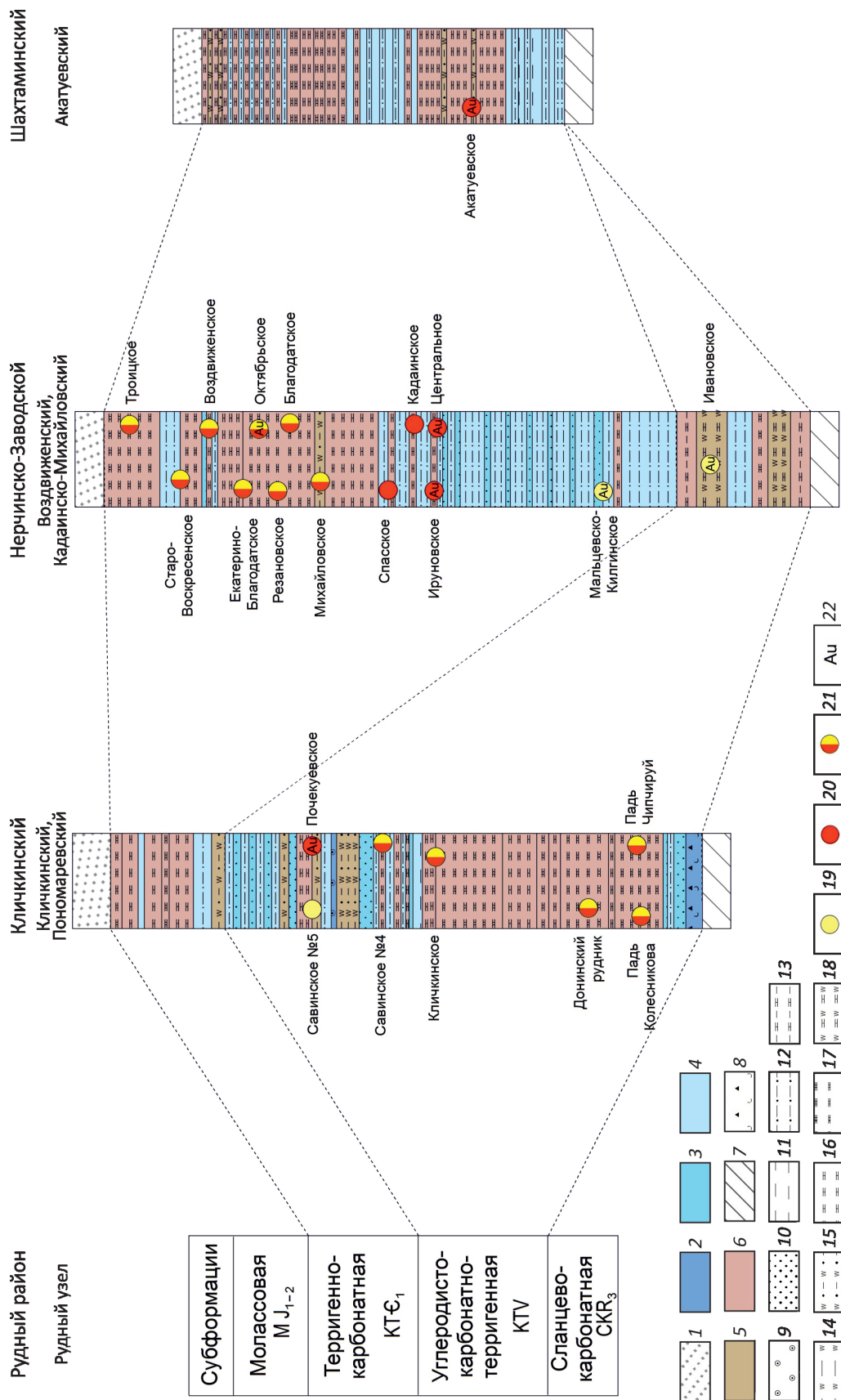


Рис. 2. Строение рудоносной венд-кембрийской карбонатно-терригенной формации в основных рудных районах и узлах:

1 – континентальная угленосная моласса; 2–6 – прибрежно-морская фациальная зона, фации: 2–5 – терригенные, 2 – крупнообломочные, 3 – среднеобломочные, 4 – мелко-тонкообломочные, 5 – углеродсодержащие, 6 – карбонатные; 7 – сланцево-карбонатный комплекс оснований; 8–18 – литологические различия пород: 8 – туфобрекчии, 9 – грауваксы, 10 – песчаники мелко- и среднезернистые, 11 – алевролиты, 12 – аргиллиты, 13 – алевролиты известковистые, 14 – алевролиты углеродистые, 15 – аргиллиты углеродистые, 16 – известняки, 17 – доломиты, 18 – известняки углеродистые; 19 – с преобладанием цинка над свинцом, 20 – с преобладанием свинца над цинком, 21 – с примерно равным соотношением цинка и свинца, 22 – месторождения с повышенным содержанием золота (Au > 1 г/т)

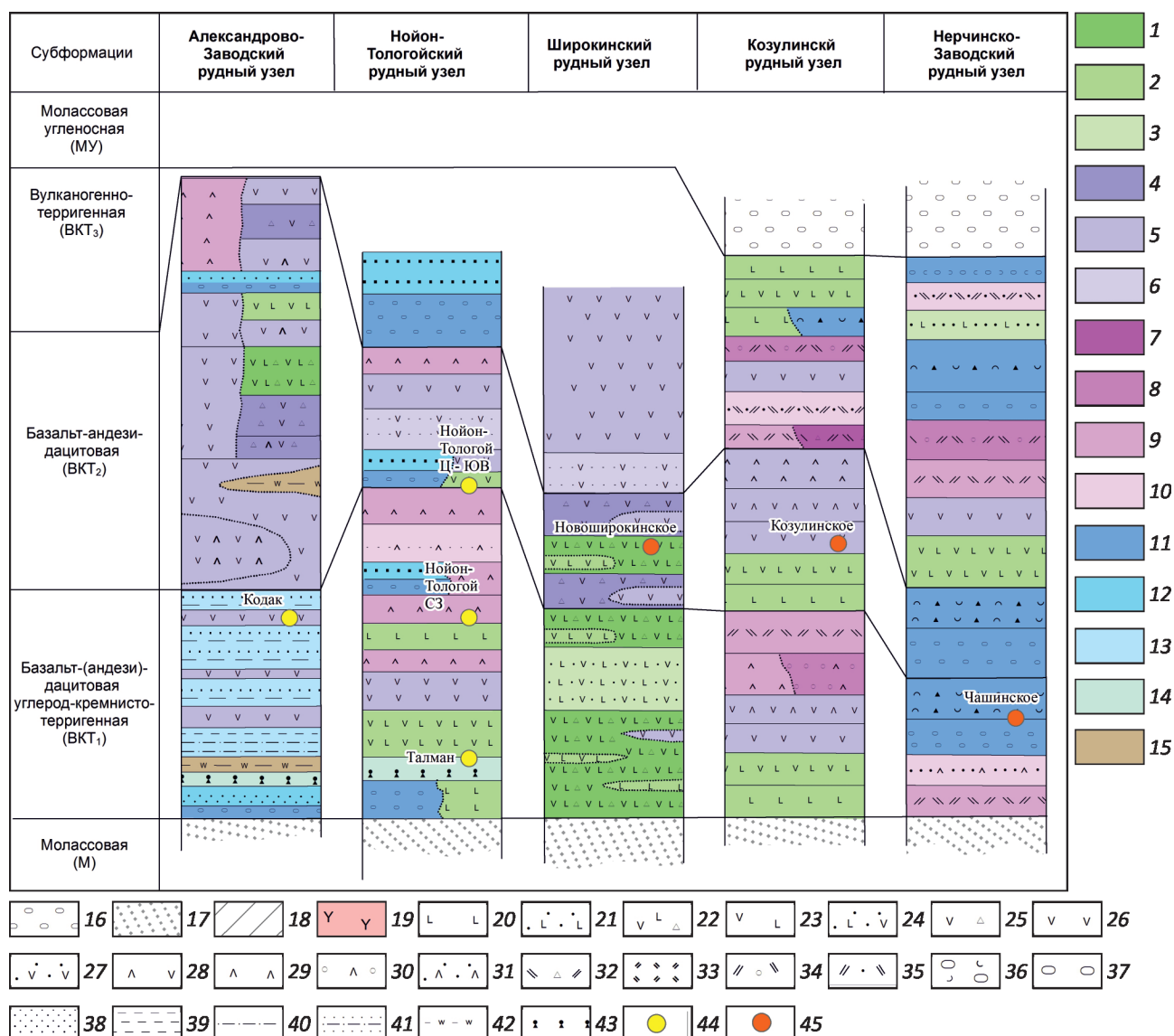


Рис. 3. Сопоставление рудоносных отложений средне-верхнеюрской вулканогенно-кремнисто-терригенной формации в основных рудных районах и узлах:

1–3 – фации вулканогенных пород основного состава: 1 – околожерловая зона, 2–3 – промежуточная зона; 4–6 – фации вулканогенных пород среднего состава: 4 – околожерловая зона, 5–6 – промежуточная зона; 7–10 – фации вулканогенных пород кислого состава: 7–8 – околожерловая зона, 9–10 – промежуточная зона; 11–15 – терригенные и карбонатно-терригенные отложения удаленной прибрежно-морской зоны: 11 – грубообломочные, 12 – среднеобломочные, 13 – мелкообломочные, 14 – градационно-слоистые, 15 – углеродистые и карбонатно-углеродистые; формация: 16 – надрудная угленосная молассовая, 17 – подрудная терригенная молассовая, 18 – подрудная сланцево-карбонатная; 19 – интрузивные массивы сиенитов; 20–43 – литологические разности пород, 20 – лавы базальтов, 21 – туфы базальтового состава мелкообломочные и среднеобломочные, 22 – лавобрекчии андезибазальтов, 23 – лавы андезибазальтов, 24 – туфы андезибазальтового состава мелкообломочные и среднеобломочные, 25 – лавобрекчии андезитов, 26 – лавы андезитов, 27 – туфы андезитового состава мелкообломочные и среднеобломочные, 28 – лавы андезидацитов, 29 – лавы дацитов, 30 – туфы дацитового состава грубообломочные, 31 – туфы дацитового состава мелкообломочные и среднеобломочные, 32 – лавобрекчии риодацитов, 33 – лавы риолитов, риодацитов, 34 – туфы риолитового, риодацитового состава грубообломочные, 35 – туфы риолитового и риодацитового состава мелкообломочные и среднеобломочные, 36 – туфоконгломераты, 37 – конгломераты, 38 – песчаники мелко- и среднезернистые, 39 – алевролиты, 40 – алевропесчаники, 41 – чередование алевролитов и песчаников, 42 – алевролиты углеродистые, 43 – конгломераты-песчаники, гравелито-песчаники градационно-слоистые; 44–45 – месторождения и рудопроявления: 44 – серебро-свинцово-цинкового минерального типа, 45 – золото-серебро-полиметаллического минерального типа

возраст составил $156\text{--}149\pm 6$ млн. лет, что соответствует определенному в той же работе возрасту позднеюрской приаргунской свиты – $175\text{--}150\pm 7$ млн. лет.

Изучение состава вулканогенных отложений вулканогенно-кремнисто-терригенной формации показало их неоднородность по кислотности-щелочности и соотношению щелочей в различных рудных узлах (вулканотектонических депрессиях) (рис. 4). Для Нойон-Тологойского рудного узла характерны вулканогенные породы низкощелочного и нормального рядов калиевой серии, а для Александрово-Заводского рудного узла – также вулканиты калиевой серии. Однако здесь широко развиты и субщелочные разности пород. В остальных рудных узлах вулканиты относятся к калинатровой серии нормального или субщелочного ряда. В соответствие с этой закономерностью изменяется и минеральный тип оруденения. С калиевыми вулканитами связано серебро-свинцово-цинковое оруденение, а с калинатровыми золото-серебро-полиметаллическое.

Формационные и фациальные характеристики структурно-формационных комплексов, отражающие тесные связи последних со свинцово-цинковым оруденением, широко применяются при прогнозных исследованиях и служат основой для определения возможности обнаружения на данной территории месторождений определенных рудно-формационных типов и проведения их прогнозной оценки. Указанные характеристики позволяют также локализовать прогнозные площади на уровнях: металлогеническая провинция–металлогеническая зона–рудный район–рудное поле–перспективный участок. При выделении металлогенических таксонов преимущественно используют структурно-формационные и литолого-фациальные карты соответствующих масштабов с рудной нагрузкой. В частности, на основе составленной структурно-формационной карты масштаба 1:500 000 и 1:200 000, выделяются рудные районы, контуры которых определяются рудовмещающими формациями, приуроченными к структурно-формационным блокам первого порядка, отвечающим палеодепрессиям. Венд-кембрийские депрессии, сложенные карбонатно-терригенными отложениями, наследуются вулканотектоническими депрессиями и вулканическими впадинами, вмещающими средне-позднеюрскую вулканогенно-кремнисто-терригенную формацию. Рудные районы выделены по полям распространения названных формаций, которые могут быть объединены в формационный комплекс. Такой подход позволяет уточнить контуры рудных районов и выделить рудные узлы, а при анализе более детальных геологических карт – рудные поля. В Приаргунской СФЗ рудные узлы определяются развитием одной из рудоносных формаций, локализованных в пределах палеопрогибов, или вулканотектонических депрессионных структур.

На основании приведенных принципов оконтурена Приаргунская металлогеническая зона, подразделяющаяся на две подзоны: собственно, Приаргунскую и

Ундино-Газимурскую, имеющие несколько различную металлогеническую специализацию (см. рис. 1).

В пределах Приаргунской металлогенической подзоны выделены (оконтурены) следующие рудные районы: Кличкинский, Калгуканский, Покровский и Нерчинско-Заводской. В состав Ундино-Газимурской подзоны входят: Шахтаминский, Широкинский, Козулинский и два вновь выделенных потенциальных рудных района (на схеме они оставлены без названия), а также ряд рудных узлов (см. рис. 1)

В пределах Приаргунской металлогенической зоны локализованы полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX).

Месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS). Формационный тип – колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах. К данному типу отнесены полиметаллического месторождения в мезозойских вулканогенно-осадочных образованиях (Нойон-Тологойский тип). Золото-серебро-полиметаллические или колчеданно-полиметаллические рудные тела представлены стратифицированными и штокверковыми жильными зонами и локализованы в вулканотектонических депрессионных структурах мульдообразной формы с пологими бортами (рис. 5). Рудные тела контролируются синвулканическими нарушениями и связанными с ними зонами трещиноватости. Субсогласные зоны контролируют пологозалегающие стратифицированные рудные тела, а крутопадающие – секущие напластование штокверковые зоны. Соотношение в составе формации кремнисто-терригенных и вулканогенных отложений определяется, с одной стороны, близостью вулканопаратов (субвулканических отложений, относящихся к жерловым фациям вулканизма), а с другой, самим характером и интенсивностью вулканической активности в пределах рудных полей и месторождений. Отложения формации относятся к четырем фаціальным зонам: жерловой, прижерловой, промежуточной и удаленной [7].

Образование стратифицированных и штокверковых жильных зон полиметаллических месторождений Приаргунья, приуроченных к юрским осадочно-вулканогенным отложениям, происходило в вулканических впадинах. Вулканогенный разрез характеризуется преобладанием основных и средних вулканитов. В резко подчиненном количестве наблюдаются покровы кислого состава. Таким образом, циклы вулканизма характеризуются последовательным характером дифференциации и гомодромным рядом.

Жерловые фации вулканизма представлены субвулканическими телами габбро-долеритов, долеритов, базальтов и андезибазальтов. Прижерловые фации характеризуются наличием в их пределах лавобрекчий, кластолав, крупнообломочных туфов основного и среднего составов. Промежуточные фации вулканизма характеризуются развитием лав от андезибазальтового до



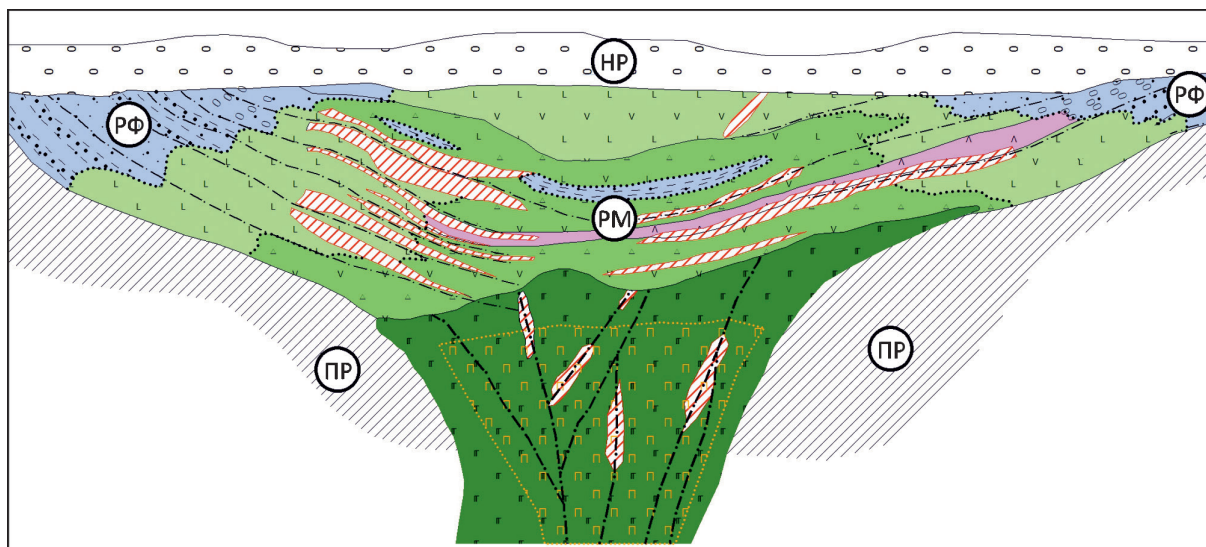


Рис. 5. Геометризованная модель месторождений Нойон-Тологойского типа:

отложения: РМ – рудовмещающие, РФ – фланговые, НР – надрудные, ПР – подрудные; см. условн. обозн. к рис. 3

дацитового состава, реже их туфов. Удаленные фации представлены туфогенными алевролитами, глинистыми, глинисто-кремнистыми, кремнистыми, реже туфогенными песчаниками и туффитами.

На флангах разрез формации значительно изменяется – резко увеличивается количество отложений удаленных фаций вулканизма (алевролитов, песчаников, гравелитов, конгломератов). Характерная особенность этой части разреза формации – примесь туфогенного (пеплового) материала во всех разностях пород. Еще одной характерной особенностью вулканогенно-осадочной части разреза является наличие горизонта ритмично градационно-слоистых гравелито-песчаников, содержащего до пяти крупных ритмов с ярко выраженной градационной слоистостью.

Золото-серебро-полиметаллическое оруденение месторождений представлено послойными или секущими вмещающие вулканогенно-осадочные породы зонами сульфидных руд прожилковой, прожилково-гнездово-вкрапленной и вкрапленной текстуры. В меньшей степени развиты жилы и линзы мощностью первые десятки сантиметров, сложенные сульфидными агрегатами массивной текстуры.

В зависимости от изменения щелочности вулканитов выделяются минеральные типы месторождений. С вулканизмом калиевого ряда связаны месторождения серебро-свинцово-цинкового минерального типа (Нойон-Тологой, Талман, Кодак), а кали-натрового – золото-серебро-полиметаллические (Ново-Широкинское, Чашинское и др.).

Минеральный состав руд (Л.В.Сердюк, 2003; Т.П.Кузнецова, 2015) характеризуется большим разно-

образием. Выделяются следующие минеральные типы руд, обуславливающие вертикальную зональность рудных залежей, – галенитовый, галенит-сфалеритовый, сфалерит-пиритовый, пирит-арсенопирит-галенит-сфалеритовый с сульфосолями свинца и серебра, арсенопирит-пиритовый. Главные рудные минералы – пирит, сфалерит, галенит; второстепенные и редкие – буланжерит, джемсонит, арсенопирит, тетраэдрит, марказит, халькопирит, бурнонит, касситерит и самородные серебро, висмут и золото, молибденит, станин, киноварь.

Месторождения в осадочных толщах (SEDEX).

Формационный тип – свинцово-цинково-колчеданный в терригенно-карбонатных породах – Приаргунский (Нерчинско-Заводской). Руды приурочены к карбонатно-терригенной формации венда-нижнего кембрия, которая подразделяется на две субформации: нижнюю – углеродисто-карбонатно-терригенную (V) и верхнюю – углеродисто-терригенно-карбонатную (E_{1-2}).

Углеродисто-карбонатно-терригенная субформация сложена углеродисто-глинистыми, кварцево-слюдястыми алевролитами, метаморфизованными песчаниками и алевролитами или ритмичной пачкой, состоящей из чередования терригенных и карбонатных отложений.

Углеродисто-терригенно-карбонатная субформация является наиболее продуктивной для оруденения, сосредоточив в себе более 90% запасов свинца и цинка месторождений Приаргунского типа, и представлена переслаивающимися пачками водорослевых, кремнистых доломитов и хемогенных известняков с прослоями глинистых сланцев и алевролитов, линзами осадочных карбонатных брекчий, реже – конгломератов. В средней

части разреза отмечается флишеидная толща, сложенная глинистыми сланцами, алевролитами и песчаниками с прослоями известняков, доломитов кремнистых пород и туфопесчанников. В Нерчинско-Заводском рудном районе в составе субформации преобладают доломиты, доломитовые известняки и известняки с прослоями глинистых, мергелистых и углеродистых алевролитов.

Отложения формации относятся к следующим генетическим типам пород: 1) механогенные отложения карбонатного и силикатного составов, карбонатные турбидиты, тиховодные пелагические отложения силикатного состава, оползневые карбонатные отложения, брекчиевые, связанные с оползневыми процессами; 2) хемогенные тиховодные пелагические карбонатные отложения; 3) хемогенные со значительной долей эксгалационного материала.

В разрезе формаций трудно выделить значительные участки, сложенные только одним из перечисленных типов отложений, удастся наметить только преобладание одного из них. Характерной особенностью турбидитов является присутствие значительных количеств мелко-, тонкообломочного карбонатного материала в составе градационных ритмов. Появление здесь турбидитов указывает на общий глубоководный характер всех отложений формации. Судя по размерности обломочной фракции градационных серий, турбидиты относятся к дистальному типу. Часть их отлагалась, по-видимому, из низкоплотностных мутьевых потоков. К тиховодным пелагическим отложениям силикатного состава относятся углеродсодержащие глинистые, алевроито-глинистые сланцы. Алевроитовая составляющая в отложениях обязана своим происхождением эоловому выносу, зрелого в минералогическом отношении, кварцевого материала. Одновременное обогащение сланцев углеродистым планктоногенным и эоловым кварцевым материалом, свидетельствует о сравнительно низких скоростях общего осадконакопления во время формирования отложений. Оползневые карбонатные отложения фациально связаны с карбонатными турбидитами, имеют в целом незначительное развитие, указывая на непосредственную близость склона или на существование крупных положительных аккумулятивных форм рельефа (турбидитные конусы выноса). Брекчиевые отложения фациально переходят в оползневые отложения и турбидиты. Хемогенные тиховодные пелагические отложения соответствуют литотипу кристаллически-зернистых, «массивных» известняков с равномерно распределенной терригенной алевроито-глинистой примесью. Хемогенные отложения со значительной долей эксгалационного материала соответствуют литотипу железистых, кремнистых доломитов.

В пределах формации выделяются минеральные типы месторождений: существенно цинковый, существенно свинцовый и свинцово-цинковый, образующие вертикально-латеральные ряды, связанные с фациальными особенностями рудовмещающего разреза.

Углеродисто-карбонатно-терригенная субформация включает в себя существенно цинковый тип с соотношением $Pb:Zn=1,0:(2,2-4,0)$. Эталонными являются месторождения Савинское 5 и Ивановское. В рудоносной части разреза Савинского 5 принимает участие углеродистая известково-алевролитовая толща, на флангах наблюдается сокращение углеродистой составляющей. Оруденение Ивановского месторождения приурочено к карбонатно-сланцевым породам толщи. В различных рудных районах присутствуют более мелкие месторождения и рудопроявления свинцово-цинкового типа (Кличкинское и др.).

В углеродисто-терригенно-карбонатной субформации выделяются два преобладающих минеральных типа: существенно свинцовый и свинцово-цинковый.

В разных рудных районах (см. рис. 2) существенно свинцовый тип (Кадаинское, Акатуевское и др.) с соотношением $Pb:Zn=(2,0-13,0):1,0$ локализуется в породах нижнего кембрия и преобладает над месторождениями и рудопроявлениями свинцово-цинкового типа (Покровское и др.). Месторождения данного типа характеризуются высокими содержаниями золота и серебра. Наиболее богатыми объектами являются Акатуевское ($Au\ 2-2,5\ г/т$, $Ag\ 243\ г/т$) и Ируновское ($Au\ 1,03\ г/т$, $Ag\ 182,8\ г/т$).

Выше по разрезу субформации выделяется свинцово-цинковый тип с примерно равным содержанием свинца и цинка (Михайловское, Воздвиженское и др.). В отличие от вышеупомянутых минеральных типов, свинцово-цинковый имеет повсеместное распространение в вертикально-латеральном ряду. Характерная черта данного типа – высокое содержание серебра (в среднем 120 г/т).

В целом месторождения приаргунского типа содержат высокие содержания серебра, а содержания золота распределены неравномерно. По-видимому, повышенная золотоносность ряда месторождений (Ивановское, Акатуевское, Центральное, Ируновское) связана с близостью зон подводящих каналов и поздним привносом золота в ассоциации с шерловым турмалином. Согласно модели месторождений, локализованных в терригенно-карбонатной субформации кембрийского возраста (рис. 6), на участке месторождений развиты стратифицированные образования, которые представлены известняками, доломитами и их переходными разновидностями с прослоями алевролитов глинистых, кремнистых (до фтанитов) и углеродистых ($C_{орг}\ 0,8-5,8\%$ и известковистость до 10%). Рудные тела залегают согласно напластованию вмещающих пород в полых палеовпадинах и приурочены к контактам известняков с доломитами и углеродистыми алевролитами. Для месторождений характерны стратиформные и секущие рудные тела, контролируемые разрывными нарушениями северо-западного направления, которые характеризуют зону подводящего канала.

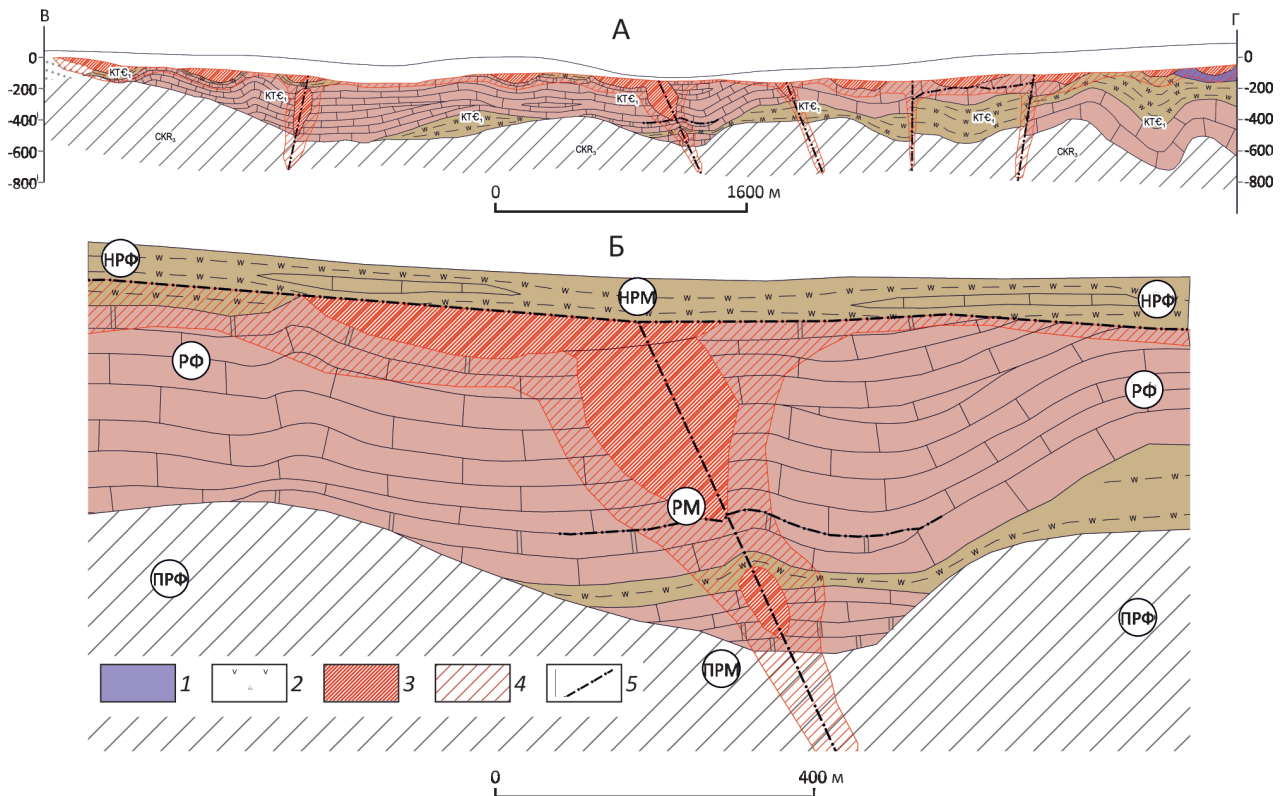


Рис. 6. Схематический литолого-фациальный продольный разрез через месторождение Акатуй (А) и геометризованная модель месторождений, локализованных в терригенно-карбонатной субформации кембрийского возраста (Б). С использованием материалов [9]:

1 – фация вулканогенных пород среднего состава околожерловой зоны; 2 – лавобрекчии андезитов; 3 – колчеданно-свинцово-цинковые руды; 4 – зоны минерализации; 5 – разрывные нарушения; см. условн. обозн. к рис. 2

По составу руд месторождения являются типичными серебро-свинцово-цинковыми. Кроме основных компонентов, в рудах отмечаются примеси ряда элементов, промышленное значение из которых имеют серебро, сурьма, кадмий.

Серебро-свинцово-цинковые руды месторождений описаны многими исследователями [5, 9, 12 и др.]. Руды рассматриваемых месторождений имеют близкий минеральный состав. В то же время, отмечаются большие вариации содержаний главных и второстепенных минералов. В числе главных рудных минералов на всех месторождениях отмечаются пирит, галенит, сфалерит. В рудах ряда месторождений широко развиты также марказит, буланжерит, геокронит и арсенопирит. К второстепенным и редким минералам относятся касситерит, станнин, блёклая руда, пирротин, бурнонит, джемсонит, плагионит, антимонит, халькопирит, прустит, пираргирит. В единичных зернах встречаются менегинит, маухерит, галеновисмутит, макинавит, семсейит. В жильной матрице руд всегда присутствуют доломит, кальцит, кварц, в меньших количествах встречаются анкерит,

альбит, серицит, тальк, хлорит. Характерно частое наличие турмалина. Перечисленные минералы образуют несколько парагенетических минеральных ассоциаций, отвечающих различным этапам их формирования от гидротермально-осадочного до метаморфогенного.

Решение вопросов условий и механизма формирования месторождений является первостепенным при прогнозных исследованиях, так как от правильного понимания происхождения месторождений зависит комплекс поисковых предпосылок и признаков.

Размещение колчеданных месторождений определяется положением центров длительной эндогенной активности, что обеспечивало существенную продолжительность функционирования магматогенных субмаринных гидротермальных систем [3].

Положение рудных тел венд-кембрийских месторождений Приаргуны в разрезе контролируется тонким чередованием карбонатных и терригенных, в том числе углеродистых пород. Такое положение оруденения прослеживается на многие сотни метров как по падению, так и по простиранию рудных зон.

Таким образом, основные рудные тела месторождений располагаются очень компактно, захватывая стратиграфический интервал от 50 до 150 м, редко до 200 м.

Ранее Д.Н.Алексеевым [1] было обосновано первичное гидротермально-осадочное происхождение руд данного типа месторождений вопреки господствующей в то время точке зрения, когда главенствующая роль в происхождении руд отводится поздней тектоно-магматической активизации [4]. Полученные авторами данной публикации данные подтверждают и развивают точку зрения Д.Н.Алексеева.

Изучение и анализ макро- и микротекстур и структур сульфидов – основа для правильного понимания стадийности процесса рудообразования. Минералогические особенности первичных руд и их метаморфические преобразования изучены на Воздвиженском, Михайловском, Кадаинском, Акатуевском, Савинском 5 и других месторождениях и рудопроявлениях.

Гидротермально-осадочный этап рудообразования. На этом этапе сформировалась колломорфные выделения с хорошо выраженными зональными почками, тонкозернистыми землистыми массами (мельниковит-пирит), а также фрамбоидами. В подчинённом количестве наблюдаются почки сложного состава – зональные, состоящие из чередования зон пирита, галенита и сфалерита. Обращает на себя внимание, что данные структурные формы полностью идентичны структурам ловушечного материала, собранного в 3-х метрах от основания трубы «черного курильщика» на поле Брокен Спур (постройка «Сарацин Хед») [10].

Кроме выраженных почек, пирит может образовывать дисперсные или землистые массы. В ряде случаев среди первичных образований широко представлен фрамбоидальный пирит.

Фрамбоиды пирита группируются в скопления до 0,5 мм и ассоциируют с ранними галенитом и сфалеритом, иногда образуют обогащённые слойки в микрослоистых рудах, зафиксированы также фрамбоиды в виде вкрапленников в сфалерите.

Сфалерит данной ассоциации из-за большей пластичности редко сохраняется в первоначальном виде и обычно представлен тонким (размер зёрен сотые доли миллиметра) агрегатом мозаичного строения. Галенит в подчинённом количестве присутствует в микрослоистых рудах и локализуется в зональных почках. К парагенезису текстурных форм гидротермально-осадочного этапа относятся горизонтально-слоистая, ритмично-слоистая, линзовидно-слоистая, массивная и брекчиевая текстуры. Слоистые текстуры обусловлены чередованием прослоев с различным содержанием сульфидов, в ритмично-слоистых текстурах такое чередование закономерно. Кроме того, в макрослойках подобных руд отмечалось появление микрослоистости, выражающееся в распределении рудных минералов. Иногда в слоистых рудах наблюдается убывание крупности зерен от подошвы слоя к кровле. В рудах

брекчиевой текстуры обломки руд различного состава (главным образом, пиритового и пирит сфалеритового с подчинённым количеством галенита) цементируются нерудным веществом, иногда с небольшой примесью сульфидов. Рудные обломки состоят из пирита, сфалерита и галенита в различных соотношениях, почти во всех обломках можно проследить первичные зональные почки или их реликты.

На всех изученных месторождениях проявлен интенсивный контактовый и дислокационный метаморфизм, который приводит к перекристаллизации первичных руд и их частичной мобилизации. Рудные тела на этом этапе совместно с вмещающими породами смяты в серии изоклинальных складок различных порядков. При этом происходит обогащение ядерных частей складок галенитом с образованием богатых существенно свинцовых руд.

Механизм образования средне-позднеюрских стратифицированных рудных тел месторождений Нойон-Толойского типа принципиально иной. Наличие признаков эпигенетичности рудообразования – жильные, прожилковые, прожилково-вкрапленные текстуры, широко развитые на месторождениях, в совокупности со стратифицированным характером залегания рудных тел, позволяют сделать вывод о том, что формирование полиметаллических месторождений этого типа происходило преимущественно в субмаринных малоглубинных обстановках по модели придонного отложения путем метасоматоза и выполнения полостей отслоения слаблитифицированных осадков. Облик рудных залежей данных месторождений значительно различается. Возможно, происходило как послойное замещение осадочных пород, так и заполнение трещин в интрузиях и пустого пространства между неконсолидированными вулканогенными отложениями. Установлено, что образованные при этом сульфиды, частично и полностью замещают фрамбоидальные (бактериогенные) сульфиды, послужившие ядрами, на которые в последствие осаждался дополнительный сульфидный материал. Данные текстуры руд согласовываются с обобщенной моделью для месторождений, образованных путем придонного переотложения. В этой модели отражены условия, в которых холодная морская вода проникает в поровые пространства несцементированных осадочных отложений, вулканокластических пород или трещиноватых вулканических пород до и во время перерывов гидротермальной активности. Восстановленная сера и фрамбоидальный пирит, а также холодная вода в порах, обеспечивали термических, окислительно-восстановительный и химический градиенты, в условиях которого происходит апвеллинг гидротермальной жидкости. При таких условиях поднимающиеся гидротермальные жидкости смешиваются с холодной водой, что приводит к осаждению сульфидов не только на границе сред, но также и в придонных частях путем переотложения [14].

Приведенный фактический материал позволяет сделать некоторые общие выводы.

Рудоносными (рудовмещающими) в пределах Приаргунской СФЗ являются венд-кембрийские карбонатно-терригенные и средне-верхнеюрские терригенно-вулканогенные отложения, объединяющиеся соответственно в карбонатно-терригенную и вулканогенно-кремнисто-терригенную формации.

Изучение состава вулканогенных отложений вулканогенно-кремнисто-терригенной формации показало их неоднородность по кислотности-щелочности и соотношению щелочей в различных рудных узлах (вулcano-тектонических депрессиях). Выделяются две группы вулканитов низкощелочного, нормального и субщелочного ряда калиевой серии и вулканиты калинатровой серии нормального или субщелочного ряда.

На основании проведенного структурно-формационного, литолого-фациального и палеоструктурного анализов выделяются рудные районы, контуры которых определяются рудовмещающими формациями, приуроченными к структурно-формационным блокам первого порядка, отвечающим палеодепрессиям. Венд-кембрийские депрессии, сложенные карбонатно-терригенными отложениями, наследуются вулcano-тектоническими депрессиями и вулканическими впадинами, вмещающими средне-позднеюрскую вулканогенно-кремнисто-терригенную формацию. Поэтому рудные районы выделены по полям распространения названных формаций, которые могут быть объединены в формационный комплекс, а рудные узлы – по развитию одной из рудоносных формаций, локализованных в пределах палеопрогибов, либо вулcano-тектонических депрессионных структур.

В пределах Приаргунской металлогенической зоны локализованы полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS) и в осадочных толщах (SEDEX). Месторождения в вулканогенных ассоциациях (VHMS): формационный тип – колчеданно-полиметаллический в осадочно-вулканогенных породах. К данному типу отнесены месторождения в мезозойских вулканогенно-осадочных образованиях (Нойон-Тологойский тип). Золото-серебро-полиметаллические или колчеданно-полиметаллические рудные тела представлены стратифицированными и штокерковыми жильными зонами и локализованы в вулcano-тектонических депрессионных структурах с пологими бортами мульдообразной формы. Месторождения в осадочных толщах (SEDEX): формационный тип – свинцово-цинково-колчеданный в терригенно-карбонатных породах – Приаргунский (Нерчинско-Заводской). (Золото)-серебро-свинцово-цинковые руды приурочены к вулканогенно-карбонатно-терригенной формации венда–нижнего кембрия.

Рудные тела стратиформных месторождений Приаргунского типа сформированы в два этапа: гидротер-

мально-осадочный и метаморфогенный. Механизм образования средне-позднеюрских стратифицированных рудных тел месторождений Нойон-Тологойского типа принципиально иной. Формирование полиметаллических месторождений этого типа преимущественно происходило в субмаринных малоглубинных обстановках по модели придонного отложения рудных залежей путем метасоматоза и выполнения полостей отслоения слаболитифицированных осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев Д.Н.* Стратиформное свинцово-цинковое оруденение Забайкалья и Прибайкалья // Литология и полезные ископаемые. № 5. 1975. С. 93–102.
2. *Государственная геологическая карта Российской Федерации.* Масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М-50 (Борзя). Объяснительная записка. – СПб.: Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2006.
3. *Викентьев И.В.* Условия формирования и метаморфизм колчеданных руд. – М.: Научный мир, 2004.
4. *Горжеский Д.И., Козеренко В.Н.* О происхождении свинцово-цинковых месторождений // Советская геология. 1971. № 7. С. 34–46.
5. *Добровольская М.Г., Шадлун Т.Н.* Минеральные ассоциации и условия формирования свинцово-цинковых руд. – М.: Наука, 1974.
6. *Козеренко В.Н.* Геологическая характеристика Приаргунской полиметаллической зоны // Тр. ИГЕМ АН СССР. Вып. 83. 1963.
7. *Кузнецов В.В.* Геолого-генетические основы прогноза и поисков полиметаллических месторождений Сибири // Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений благородных и цветных металлов – состояние и перспективы. – М., 2016.
8. *Кузнецова Т.П.* Минеральное разнообразие серебро-полиметаллических руд месторождения Нойон-Тологой в Восточном Забайкалье // Минеральное разнообразие исследование и сохранение. – София, 2015.
9. *Кузнецов К.Ф., Мейтун Г.М.* Геохимия редких элементов в свинцово-цинковых месторождениях Восточного Забайкалья. – М.: Наука, 1967.
10. *Русаков В.Ю.* Сравнительный анализ минерального и химического состава дымов «черных курильщиков» гидротермальных полей ТАГ и Брокен Спур (Срединно-Атлантический хребет) // Геохимия. 2007б. № 7. С. 766–785.
11. *Санина Б.П., Зориной Л.Д.* Формации свинцово-цинковых месторождений Восточного Забайкалья. – М.: Наука, 1980.
12. *Смирнов С.С.* Полиметаллические месторождения и металлогения Восточного Забайкалья. – М.: Изд-во АН СССР, 1961.
13. *Сердюк Л.В.* Метасоматические и рудные формации Южного Приаргунья // Дис. ... канд. геол.-минер. наук. – Иркутск, 2003.
14. *Stephen J., Piercey A.* semipermeable interface model for the genesis of subseafloor replacement-type volcanogenic massive sulfide (VMS) deposits // Economic Geology. Vol. 110. P. 1655–1660.

О методике определения близких к истинным содержаний золота в рудных телах

В.О.КОНЫШЕВ (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

В завершённом виде охарактеризована методика определения близких к истинным средних содержаний золота в рудных телах по балансу металла в продуктах обогащения групповых проб, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений. Методика предназначена для повышения достоверности оценки прогнозных ресурсов на стадии поисков и как способ контроля качества рядового опробования на других стадиях геологоразведочных работ на объектах с крайне неравномерным распределением крупного золота.

Ключевые слова: рудное тело, рудное пересечение, рядовая проба, групповая проба, лабораторная технологическая проба (ЛТП), достоверность опробования, прогнозные ресурсы.

Конышев Вилли Оттович



villi.konishev@gmail.com

Method of true gold grade determination in orebodies

V.O.KONYSHEV (Federal State Unitary Enterprise Central Research Institute of Geological Prospecting for Base and Precious Metals, FSUE TsNIGRI)

Method of actual average gold grade determination in orebodies in terms of metal balance in beneficiation products of bulk samples composed of the full masses of run-of-mine samples from exploration intercepts is characterized in detail. The method is intended to improve reliability of inferred resource evaluation at the prospecting stage and as a control of run-of-mine sampling quality at other exploration stages within targets with extremely irregular distribution of coarse gold.

Key words: orebody, exploration intercepts, run-of-mine sample, bulk sample, laboratory technological sample (LTS), sampling reliability, inferred resources.

Для повышения достоверности оценки прогнозных ресурсов рудопроявлений с бонанцевым распределением золота В.О.Конышев, С.С.Вартанян, А.Г.Горелов разработали «Способ определения средних содержаний золота в рудных телах», признанный изобретением и защищенный патентом RU № 2383889 С1 от 10.03.2010 года [12].

Суть запатентованного способа – уточнение содержаний золота в золоторудных объектах по балансу металла в продуктах обогащения групповых проб, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений. В групповых пробах состав руды усредняется и становится менее зависим от гнездового распределения золота, крупности его выделений, наличия включений пустых пород и некондиционных руд в крупнообъемных рудных телах и минерализованных зонах.

По групповым пробам предложенным способом успешно решается основная задача опробования – определение близких к истинным содержаний золота в рудных пересечениях, рудных блоках, телах, минерализованных зонах и их совокупностях с исключением

систематических и случайных погрешностей определения содержаний золота в единичных рядовых пробах.

Если ранее бонанцы и гнезда золота размерами до первых метров по падению и простиранию и до первых сантиметров по мощности, нередко проявленные в районах с крупными россыпями золота, обычно рассматривались как самостоятельные тела для кустарной добычи, то усреднением бонанцев запатентованным способом могут быть околонтурены крупнообъемные рудные тела в минерализованных зонах.

Примером служит опытно-промышленная отработка рудных блоков жилы Стержневой месторождения Федоровское-1 [6, 8, 11, 14], показавшая, что бонанцы со средним содержанием 1850 г/т составили 4,5% объема жилы и 99,4% запасов золота в жиле, имеющей среднюю мощность 0,7 м. Бонанцы, с учетом невысоких концентраций золота в кварце между ними, определили средние содержания на уровне 85–97 г/т в жиле. Такое богатство позволяет в десятки раз «разубожить» жилу, ее оперяющие прожилки и сателлиты минерализованными породами зоны, также крайне неравномерно

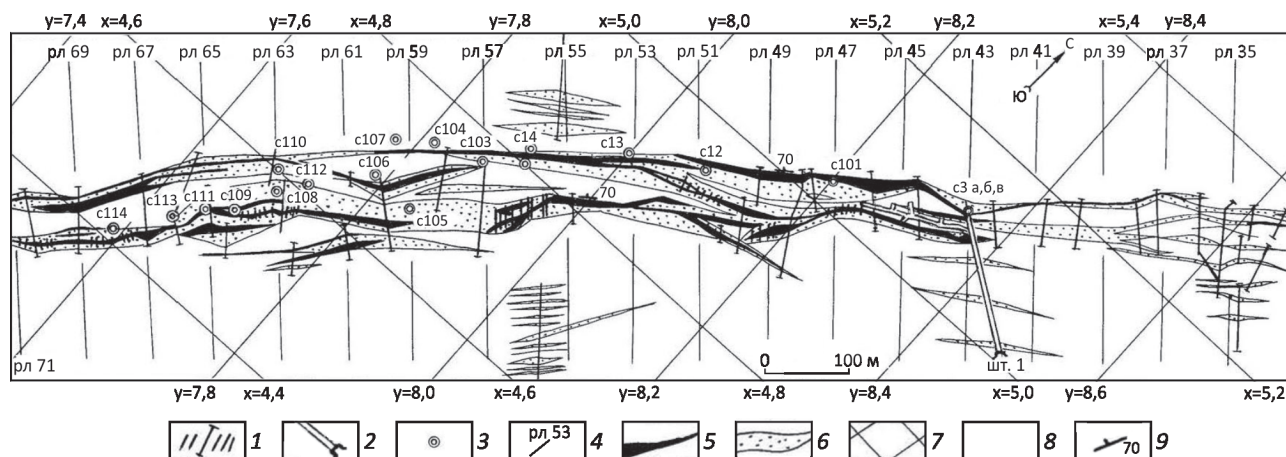


Рис. 1. Изменения параметров минерализованных зон месторождения Федоровское-1 при оконтуривании рудных тел по бортовым содержаниям 0,8 и 0,2 г/т. По В.О.Коньшеву, Е.В.Савостьянову, Г.Н.Власову [15] с дополнениями и изменениями автора:

1 – линии бороздowego опробования по разведочным канавам и траншеям; 2 – подземные горные выработки; 3 – разведочные скважины; 4 – система разведочных линий; 5 – рудные тела (средняя мощность 4 м и среднее содержание золота 3,7 г/т), оконтуренные при бортовом содержании золота 0,8 г/т, представленные зонами прожилково-вкрапленных золото-сульфидно-кварц-анкеритовых руд со стержневыми золото-кварцевыми жилами и оперяющими прожилками в брекчированных песчаниках; 6 – крупнообъемная залежь (средняя мощность 66 м и среднее содержание 1,13 г/т), оконтуренная при бортовом содержании золота 0,2 г/т, представленная прожилково-вкрапленными золото-сульфидно-кварц-анкеритовыми рудами в рудоносном горизонте брекчированных граувакковых песчаников с прослоями черных сланцев, известняков и силлами андезитов во флишевой толще; 7 – координатная сетка; 8 – флишевая известняк-песчаник-алевролит-аргиллитовая углеродистая толща раннего кембрия с силлами андезитов, несущая жильную и прожилково-вкрапленную золоторудную минерализацию в горизонтах брекчированных терригенных пород; 9 – элементы залегания; X, Y – цифровые значения координат, км

золотоносными при оконтуривании крупнообъемных рудных тел, пригодных для отработки рудником с высокой производительностью и предотвращением значительных потерь золота в недрах.

Соответственно, по бортовому содержанию 0,8 г/т на этом месторождении были оконтурены 7 субпараллельных рудных тел средней мощностью 4 м и средним содержанием золота 3,7 г/т (рис. 1). При бортовом содержании 0,2 г/т выявленные рудные тела слились в одну субсогласную с напластованием пород крупнообъемную залежь протяженностью 1560 м средней мощностью 66 м и средним содержанием 1,13 г/т, установленным по результатам пробирных анализов свыше 5 тыс. борзодовых и керновых проб [6, 11, 15]. Для оконтуренной крупнообъемной залежи оценены авторские прогнозные ресурсы категории P_1 – 59,2 т золота до глубины 225 м. До средней глубины зоны окисления (25 м) подсчитаны авторские запасы категории C_2 – 6,4 т золота.

На месторождении Федоровское-1 при заверке борзодовых проб крупнообъемными и валовыми пробами, с определением в заверочных пробах содержаний золота по балансу металла в продуктах обогащения, установлено занижение в 1,5–5,6 раза содержаний золота рядовым опробованием, в зависимости от богат-

ства руд [8–10]. Подобное занижение искажает оценку прогнозных ресурсов и подсчет запасов на аналогичных рудных объектах с крупным золотом во многих золотоносных районах Алтае-Саянской, Енисейской, Байкало-Патомской [2] и других провинций. Для повышения достоверности оценки рудных объектов разработаны изложенные ниже методические рекомендации по определению близких к истинным содержаний золота в рудных телах по балансу металла в продуктах обогащения групповых проб, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений.

Методика включает следующие операции:

1. Отбор и обработку борзодовых и керновых проб с выделением из них аналитических проб и навесок для пробирных анализов.

2. Производство пробирных анализов по навескам аналитических проб.

3. Оконтуривание рудных пересечений по различным бортовым содержаниям с выбором оптимального варианта.

4. Составление групповых лабораторных технологических проб из полных масс рядовых проб рудных пересечений и документации к ним с расчетом средневзвешенных содержаний ($C_{ср}$) по пробирным анализам.

5. Технологические исследования групповых ЛТП с разработкой рациональных схем обогащения и определением близких к истинным ($C_{ист}$) содержаний золота по балансу металла в продуктах обогащения.

6. Расчет достоверности ($D=C_{сп}/C_{ист}$) рядового опробования и коэффициента занижения ($K_d=C_{ист}/C_{сп}$) близких к истинным содержаний золота.

7. Разработка и уточнение статистических показателей зависимости близких к истинным содержаний ($C_{ист}$) в рудных телах от средневзвешенных содержаний ($C_{сп}$), вычисленных по пробирным анализам рядовых проб.

8. Определение близкого к истинному среднего содержания золота по всей совокупности ЛТП каждого изученного золоторудного объекта для легитимной оценки прогнозных ресурсов с высокой достоверностью.

9. Переоценка прогнозных ресурсов ранее выявленных объектов по статистическим формулам.

Методические приемы при проведении перечисленных операций приведены ниже.

Отбор и обработка бороздовых и керновых проб с выделением из них аналитических проб и навесок для пробирных анализов. Отбор рядовых проб при проведении геологоразведочных работ (ГРП) осуществляется по общепринятой методике [2, 3, 16, 19, 21–26] с применением современного оборудования по выпиливанию и выкалыванию материала проб.

Для рядового опробования золоторудных объектов с крайне неравномерным содержанием золота обычно используется сечение бороздовых проб 5×10 см². Специфика рассматриваемой методики заключается в необходимости производства непрерывного бороздового опробования пройденных горных выработок, поскольку рудные интервалы минерализованных зон с крайне неравномерным гнездовым и бонанцевым распределением крупного золота по внешнему виду мало отличаются от слабominерализованных вмещающих пород и включений некондиционных руд в крупнообъемных залежах, контуры которых определяются только по результатам опробования.

Прослеживание минерализованных зон на глубину осуществляется колонковыми снарядами с ходовым диаметром 76 мм. Это позволяет получить столбик керна диаметром примерно 50 мм со средней массой одного погонного метра около 5,5 кг, что примерно в 2 раза меньше массы бороздовой пробы такой же длины. Для повышения представительности кернового опробования руд с крупным золотом рекомендуется в пробы отбирать не половинку, а весь столбик керна, за исключением небольших типичных образцов, предусмотренных методикой сокращения керна [3, 16].

Для оценки представительности рядового опробования рекомендуется несколько типичных рудных пересечений опробовать двумя сопряженными рядами бороздовых проб до момента ликвидации поверхностных

горных выработок. Это позволит с помощью математических расчетов сопоставить средние содержания в отдельных рядах бороздовых проб с содержаниями в удвоенном ряду. Представительность кернового опробования оценивается с помощью бурения единичных скважин снарядом диаметром 93 мм, керн которых обычно используется для составления технологических проб. Масса метрового столбика керна при увеличенном диаметре примерно в 2 раза превышает массу керна основного диаметра и сопоставима с массой бороздовой пробы такой же длины. Керн заверочного диаметра распиливается вдоль оси на две половинки.

Пробоподготовка и аналитические исследования материала сопряженного ряда бороздовых проб и вторых половинок керна увеличенного диаметра должны выполняться только после получения результатов анализов по основному ряду проб и в контурах, установленных по основному ряду.

В результате пробоподготовки [2, 3, 6, 8, 16, 19, 22, 24], заключающейся в последовательном измельчении и сокращении материала в соответствии с известной формулой Ричардса-Чечетта, из каждой рядовой пробы формируется навеска массой около одного кг. Из нее после измельчения до –200 меш (менее 0,074 мм), выделяется аналитическая проба и ее дубликат массой порядка 0,5 кг. Аналитическая проба направляется на анализы, а ее дубликат бессрочно хранится. В последние десятилетия для дробления, сокращения, измельчения и отбора аналитических проб используются механизированные пробоподготовочные комплексы фирмы ROCKLABS большой производительности, малооперационные, легко доступные для очистки [21, 24].

Полные массы оставшегося материала каждой рядовой пробы после отбора аналитических проб и дубликатов используются для составления групповых ЛТП, характеризующих усредненный состав рудных тел или разведанных блоков [5, 9, 10, 12, 13]. Аналогичный материал сопряженных рядов бороздовых проб и вторых половинок керна используется для составления дубликатов ЛТП.

Производство пробирных анализов по навескам аналитических проб. Поступивший в лабораторию материал каждой аналитической пробы массой 0,5 кг перемешивается многократным перекачиванием на клеенке от одного угла к другому. Затем, поднятием за концы клеенки, он собирается в центре и разравнивается в тонкий диск вращением широкой линейки, помещенной ребром в вершину конуса.

Полученный диск материала шаблоном делился на квадраты. Из квадратов в шахматном порядке совком отбираются порции на всю толщину слоя, из которых для пробирного анализа формируются 2 навески по 50 г каждая.

Согласно отраслевому стандарту ОСТ 41-08-212-04 пробирные анализы по парам параллельных навесок повторяются до тех пор, пока не будут получены хотя бы

2 значения, различающиеся менее чем на 20%. Среднее содержание по этим двум сближенным значениям пробирного анализа лаборатория официально выдает заказчику. Однако оно может в несколько раз отличаться от содержаний, определенных по минимальным и максимальным значениям.

Например, сопоставление средних результатов по выборке из 44 проб по двум парам основных и повторных анализов руд месторождения Федоровского-1 [8], показало: по ближайшим значениям – 4,65 г/т; по минимальным значениям – 3,38 г/т (коэффициент 0,73); по максимальным значениям – 38,89 г/т (коэффициент 8,36).

Каждый из перечисленных результатов пробирных анализов не может быть неверным, поскольку содержание металла определяется по массе корточка выплавленного золота. Разнобой анализов означает, что в подготовленных аналитических навесках количество золота было неодинаковым.

Частицы золота, извлеченные из многочисленных групповых ЛТП, показали, что они не измельчаются, а только деформируются в кольцевых, стержневых и шаровых мельницах и центробежных истирателях [5, 9]. Как правило, содержания золота занижаются пробирными анализами из-за низкой вероятности попадания его зерен величиной более 0,22 мм в аналитические навески руды массой 50 г, не являющиеся для них представительными или однородными в соответствии с формулой Ричардса-Чечетта.

Методическими рекомендациями ГКЗ [17] и требованиями ОСТ 41-08-212-04 со стороны внешней лаборатории предусмотрен контроль за результатами анализов по классам содержаний основной лаборатории. При расхождении анализов свыше 20% выполняется арбитражный контроль. По результатам арбитражных анализов для исключения абсолютных погрешностей предусмотрено введение коэффициентов коррекции на низкую достоверность рядовых анализов для отдельных классов содержаний. Такие коэффициенты разрешается использовать при подсчете запасов, согласно методическим рекомендациям ГКЗ [17] только при условии, если арбитражные анализы выполняются по более совершенной методике, чем рядовые и контрольные пробирные анализы.

Для предотвращения разнобоя значений пробирных анализов в параллельных навесках проб нередко используется методика предварительного концентрирования золота из части или полной массы каждой рядовой пробы [2, 5, 18, 20, 21–26]. Полученными при этом более достоверными средними содержаниями могут заменяться менее достоверные [24] при подсчете запасов без ввода коэффициентов. Так, при доразведке Наталкинского месторождения для открытой добычи руды [21] ГКЗ утверждены запасы 1800 т золота. Из них 200 т получены за счет повышения среднего содержания, определенного по методике предварительного

концентрирования золота из дубликатов аналитических проб массой 0,5 кг. Вновь полученные значения были признаны более достоверными, чем содержания, определенные по результатам проведенных ранее пробирных анализов.

Однако чаще всего, с учетом ограничения «урегулированных» значений по известным формулам [3, 4], как следует из работ А.И.Романчука с соавторами [24] и ряда зарубежных коллег [25, 26], методика с предварительным концентрированием золота из рядовых проб, обычно показывает средние содержания в рудных телах, сопоставимые с рассчитанными по пробирным анализам.

Оконтуривание рудных пересечений по различным бортовым содержаниям с выбором оптимального варианта. Специфика оконтуривания крупнообъемных рудных тел с гнездовым распределением золота заключается в обособлении объема, в котором встречаются бонанцы и гнезда с крупным золотом, как правило, расположенные не только в золото-кварцевых жилах и прожилках, но и в обширном ореоле золотоносных метасоматитов с прожилково-вкрапленной минерализацией.

Оконтуривание рудных залежей производится на основании пробирных анализов рядовых проб по вариантам бортовых содержаний с учетом других элементов кондиций или оценочных параметров [4, 19]. Определение контуров крупнообъемных тел с бонанцами золота производится чаще всего по порогу чувствительности пробирного анализа, составляющему 0,2 г/т при весовом определении массы выплавленных корточек золота на аналитических весах. Применение атомно-абсорбционного анализа корольков с корточками золота, подняло чувствительность пробирных анализов до 0,003 г/т. Это позволяет оконтуривать минерализованные зоны метасоматитов по содержаниям 0,1–0,01 г/т и ниже.

Следует отметить, что значение выбранного порога бортового содержания для оконтуривания залежей не является истинным, поскольку при низких концентрациях, как правило, количество золота занижается пробирными анализами, иногда более чем в 10 раз [5, 13].

Важно предусмотреть несколько вариантов оконтуривания минерализованных зон и залежей с выделением сортов убогих, бедных, рядовых, богатых и очень богатых руд в отдельные составные части групповых ЛТП, предназначенных для самостоятельных исследований. В дальнейшем значения бортовых содержаний для балансовых и забалансовых руд определяются по вариантным экономическими расчетами при геолого-экономической оценке.

Составление групповых лабораторных технологических проб из полных масс рядовых проб рудных пересечений и документации к ним с расчетом средневзвешенных содержаний ($C_{ср}$) по пробирным анализам. Групповая ЛТП, предназначенная для

оценки параметров извлечения золота различными методами обогащения, разработки рациональной схемы обогащения, определения близкого к истинному содержания золота и степени его занижения рядовым опробованием, составляется из полных масс 30 и более рядовых проб одного или нескольких рудных пересечений для статистически надежной характеристики усредненного состава рудного тела или их совокупности.

При указанном количестве бороздовых проб масса групповой ЛТП будет свыше 300 кг, что обычно в 2 раза меньше при аналогичном количестве керновых проб [10]. Верхний предел массы не ограничивается. Согласно формуле Ричардса-Чечетта, ЛТП с подобными массами представительны или однородны даже для самородков величиной более 12–18 мм.

Групповые ЛТП составляются из полных масс раздробленного материала включенных в них рядовых проб, после отбора из них аналитических проб и производства пробирных анализов.

Каждая рядовая проба, предназначенная для составления групповой ЛТП, дополнительно просушивается и взвешивается в упаковке с последующим вычитанием из полученной массы веса пробного мешка. Во избежание потерь золота материал рядовых проб остается в своих пробных мешках, снабженных наружными и внутренними этикетками, и ни в коем случае из них не высыпается и не сыпается в кучу для перемешивания.

Мешки с материалом рядовых проб группируются в ЛТП и их относительно самостоятельные части, предназначенные для различных исследований. Мешки с рядовыми пробами упаковываются в более крупную тару, которая дополнительно маркируется.

Следует помнить, что для предотвращения искажения содержаний при крупном золоте не следует формировать ЛТП из расчетных навесок частных проб, строго пропорциональных их длинам. Небольшие недостатки масс по одним пробам компенсируются некоторыми избытками масс по другим. При этом средневзвешенное на массу содержание в допустимых пределах (до 10–20%) обычно отличается от содержания, средневзвешенного на длину проб.

Для каждой ЛТП оформляется паспорт и акт отбора, которые подписываются составителями и утверждаются руководителем организации. В паспорте групповой ЛТП указывается цель отбора, обоснование необходимости выделения в ее составе нескольких относительно самостоятельных частей, предназначенных для различных исследований, краткая геологическая характеристика объекта и вещественного состава руд, схема расположения включенных в ЛТП рядовых проб, схема обработки материала рядовых проб, дата поверки, марка и номер весов для взвешивания рядовых проб, расчет массы ЛТП и средневзвешенного содержания в табличной форме, заключение о представительности ЛТП, сведения об упаковке и маркировке, порядок

транспортировки и адрес технологической организации, где будет проведено исследование ЛТП.

Технологические исследования групповых ЛТП с разработкой рациональных схем обогащения и определением близких к истинным (Сист) содержаний золота по балансу металла в продуктах обогащения.

При разработке методики определения Сист золота в рудных телах автором проведены испытания 41 ЛТП с использованием полупромышленной гравитационной установки непрерывного действия ОАО «Тульское НИГП» (рис. 2).

На этой установке руда крупностью –2 мм из бункера через дозатор подается питателем для измельчения в мельницу, производительность которой по руде составляет 50–60 кг/ч.

Слив мельницы крупностью 70–75% класса –0,074 мм поступает на отсадочную машину с получением концентрата и хвостов отсадки. Последние направляются в спиральный классификатор.

Пески классификатора (+0,2 мм) возвращаются шнековым питателем в мельницу, а слив 1 идет на обогащение в короткоконусный гидроциклон (ККГЦ).

Концентрат ККГЦ поступает на концентрационный стол с получением трех конечных продуктов: золотой «головки» 1, концентрата гравитации 1 и хвостов 1 гравитации (стола). Промпродукт стола возвращается шламовым насосом в классификатор.

Из золотой «головки» 1 отмывается шлик и из него под биноклем выделяется самородное золото крупностью +0,14 (0,25) мм. После отбора частиц золота этот шлик возвращается в исходный продукт обогащения.

От слива ККГЦ и хвостов стола 1 через каждые 30 мин отбираются по 3 л пульпы для составления средних проб. После сгущения в ёмкостях определяются объёмы и плотности пульпы, и рассчитываются массы этих продуктов. Концентрат 1 и золотая «головка» 1 целиком сушатся и взвешиваются.

Концентрат отсадки перечищается на концентрационном столе 2. В результате получают следующие продукты: золотая «головка» 2, концентрат гравитации (стола) 2, хвосты 2. Промпродукт 2 возвращается в классификатор и подается шнеком на доизмельчение. Слив ККГЦ (слив 2) сгущается, сушится и анализируется на золото.

Из шлихов золотой «головки» 2 и концентрата 2 также отбирается самородное золото крупностью +0,14 (0,25) мм, а остатки шлихов возвращаются в исходные концентраты.

По завершении испытаний проводится зачистка классификатора, мельницы, отсадочной машины и другого оборудования. Полученный от зачистки материал перечищается на концентрационном столе 3 с получением золотой «головки» 3, концентрата гравитации 3, промпродукта 3, хвостов 3. Из шлихов золотой «головки» 3 и концентрата гравитации 3 также выделяется самородное золото.

Выделенное из шлихов самородное золото рассеивается на ситах, а его фракции взвешиваются на аналитических весах в пробирной лаборатории. Это позволяет определить гранулометрический состав и массу золота в каждом концентрате. Средняя проба лигатурного золота оценивается по микрондовым рентгено-спектральным определениям 30–50 зерен [7]. По средней пробе производится пересчет состава лигатурного золота на химически чистое.

От высушенных продуктов обогащения отбираются усредненные аналитические пробы массой около 0,7 кг. Они доизмельчаются в стаканах вибрационных истирателей до –200 меш. Из измельченного материала отбираются две аналитические навески массой по 50 г для пробирного анализа и две более представительные навески массой по 200 г для заверочного цианирования.

Для расчета близких к истинным содержаниям золота в первом случае принимаются средние значения пробирных анализов по двум сопряженным 50 г навескам каждого из продуктов обогащения. Количество химически чистого золота, извлеченного из продуктов обогащения, определяется произведением массы продукта на содержание в нем золота по пробирным анализам. Дополнительно учитывается лигатурное золото, извлеченное из концентратов, с учетом средней пробы.

Балансовое количество золота в групповой ЛТП определяется по сумме масс химически чистого золота во всей совокупности продуктов обогащения. Близкое к истинному содержание золота ($C_{ист}$) определяется делением балансового количества золота (в мг) на массу групповой ЛТП (в кг).

Учитывая методическую важность работы, осуществлялась заверка результатов пробирных анализов цианированием более представительных 400 г навесок большинства продуктов обогащения. Пример условий цианирования для концентратов и хвостов приведен в работах [9, 10]. Для удобства цианирования исходная заверочная навеска каждого продукта обогащения делится пополам (по 200 г), и каждая часть цианируется и анализируется отдельно.

В итоге от каждой навески продукта обогащения получают по 2 продукта: золотосодержащий раствор и кек цианирования. Иногда на углеродсодержащих рудах цианирование проводится в присутствии сорбента АМ-2Б. В этих случаях получается дополнительный третий продукт – сорбент с золотом. Содержания золота в растворах определяются атомно-абсорбционными анализами, а в хвостах цианирования и сорбенте – пробирными анализами.

Содержания в заверочных навесках рассчитываются по формуле:

$C = [C_1 \cdot 0,8 \text{ л} + C_2 \cdot 0,4 \text{ кг} + C_3 + C_4] : 0,4 \text{ кг, мг/кг (г/т)}$, где:
 C_1 – среднее содержание золота в растворе, мг/л (г/т);
 C_2 – среднее содержание золота в хвостах цианирования, мг/кг (г/т); $C_3 + C_4$ – суммарное количество золота, извлеченного двумя навесками сорбента, мг. Для при-



Рис. 2. Общий вид установки ОАО «Тулское НИГП», используемой для полупромышленного гравитационного обогащения 41 ЛТП. Фото автора

родного типа окисленных руд, где сорбент не применяется, C_3 и C_4 в формуле имеют нулевые значения.

Близкие к истинным содержаниям золота в ЛТП, определенные по балансу металла с использованием результатов цианирования представительных навесок (400 г) продуктов обогащения ($C_{ист}^n$), обычно незначительно превышают таковые ($C_{ист}^p$), определенные по балансу металла с использованием результатов пробирных анализов продуктов обогащения (табл. 1). Среднее значение между ними $C_{ист}^n$ и $C_{ист}^p$ принимается в качестве близкого к истинному содержания ($C_{ист}$). По некоторым золотым «головкам» небольшой массы, полностью использованным на пробирную плавку, в заверочных балансовых таблицах используются данные пробирных анализов.

По результатам исследований 41 ЛТП в качестве рациональной и универсальной рекомендована гравитационно-цианистая схема обогащения для первичных малосульфидных и окисленных руд со свободным золотом, поскольку в таких рудах с гнездовым распределением крупных выделений золота присутствует значительное количество тонкого золота, неизвлекаемого гравитацией.

Рациональная схема включает измельчение руды, гравитационное обогащение в отсадочных машинах с перемешкой концентрата отсадки на концентрационных столах. Хвосты гравитационного обогащения после сгущения направляются на выщелачивание в цианистых растворах.

Эффективная работа отсадочной машины в голове гравитационного процесса при полупромышленных испытаниях делает излишней операции обогащения на ККГЦ и концентрационном столе всей массы руды.

Месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых

1. Сопоставление средних содержаний золота, определенных по результатам рядового опробования (*Сср*) и по балансу металла (*Сист*) в продуктах гравитационного обогащения крупнообъемных и групповых проб рудопроявлений золотоносных районов Алтае-Саянской металлогенической провинции [14]

Наименование золоторудных объектов и характеризующих их ЛТП	Число и вид проб в составе ЛТП	Массы групповых ЛТП, кг	Средние содержания золота, г/т		К _д	
			По пробирным анализам рядовых проб (С _{ср})	По балансу Au в продуктах обогащения ЛТП		
				Пробирные анализы (С _{ист^и})		Данные цинирования (С _{ист^и})
1	2	3	4	5	6	7
Рудопроявления Ортон-Балыксинского золотоносного района Кузнецкого Алатау						
1. Месторождение Федоровское-1, рудный блок № 4С ₁	13 валовых и крупнообъемных, заверивших 82 бороздовые	36200	17,4	97,0	—	5,58
2. Месторождение Федоровское-1, полупромышленная ППТП № 10	1 валовая, заверившая 12 ямковых	23100	6,8	20,7	—	3,04
3. Месторождение Федоровское-1, ЛТП № 10	Групповая, из 14 бороздовых	100	5,09	14,35	—	2,82
4. Участок Кедровский, ЛТП № 1-Кедр	Групповая из 31 бороздовых	343,35	4,06	7,62	8,38	<u>1,88–2,06</u> 1,97
5. Участок Кедровский, ЛТП № 2-Кедр	Групповая из 97 бороздовых	948,93	1,50	2,27	2,60	<u>1,51–1,73</u> 1,62
6. Участок Чашкатский, ЛТП №1-Комсомол	Групповая из 26 бороздовых	292,45	0,78	1,67	1,77	<u>2,14–2,27</u> 2,20
7. Участок Кедровский, ЛТП №3-1-Кедр	Групповая из 68 бороздовых	603,58	1,24	1,31	1,38	<u>1,06–1,12</u> (1,09)
8. Участок Кедровский, ЛТП № 3-2-Кедр	Групповая из 39 бороздовых	327,53	0,08	0,49	0,54	<u>6,29–6,96</u> 6,62
9. Участок Кедровский, ЛТП № 3-Кедр	Групповая из 107 бороздовых	931,11	0,83	1,02	1,09	<u>1,24–1,31</u> 1,28
10. Участок Ортонский, ЛТП № 1-1-Ортон	Групповая из 28 бороздовых	253,75	1,37	1,57	1,60	<u>1,15–1,17</u> 1,16
11. Участок Ортонский, ЛТП № 1-2-Ортон	Групповая из 25 бороздовых	181,75	0,10	0,36	0,37	<u>3,54–3,69</u> 3,61
12. Участок Ортонский, ЛТП № 1-1,2-Ортон	Групповая из 53 бороздовых	435,5	0,84	1,06	1,08	<u>1,26–1,29</u> 1,27
13. Участок Аномальный, ЛТП № 3-Комсомол	Групповая из 40 керновых	160,66	0,13	0,91	1,15	<u>7,02–8,82</u> 7,92
14. Участок Пахомовский, ЛТП № 2-Комсомол	Групповая из 68 керновых без золотой головки 4	217,7	1,77	3,2562	3,34	<u>1,82–1,87</u> 1,85
15. Участок Пахомовский, ЛТП № 2-Комсомол	Групповая из 68 керновых с золотой головкой 4	218,5	1,82	6,38	6,46	<u>3,51–3,55</u> 3,53
16. Участок Кедровский, ЛТП № 5-1-Кедр	Групповая из 28 керновых без золотой головки 4	142,76	2,78	2,62	2,66	<u>0,94–0,96</u> 0,95
17. Участок Кедровский, ЛТП №5-1-1-Кедр	Групповая из 28 керновых с золотой головкой 4	143,20	2,87	4,34	4,38	<u>1,51–1,53</u> 1,52
18. Участок Кедровский, ЛТП № 5-2-Кедр	Групповая из 33 керновых	182,57	0,26	0,42	0,44	<u>1,62–1,69</u> 1,65
19. Участок Кедровский, ЛТП № 5-1,2-1-Кедр	Групповая из 61 керновых без золотой головки 4	325,33	1,37	1,38	1,41	<u>1,01–1,03</u> 1,02
20. Участок Кедровский, ЛТП №5-1,2-2-Кедр	Групповая из 61 керновых с золотой головкой 4	325,77	1,41	2,14	2,17	<u>1,52–1,54</u> 1,53

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
21. Участок Кедровский, ЛТП № 6-1-Кедр	Групповая из 50 керновых	214,41	1,27	1,62	1,66	<u>1,28–1,31</u> 1,30
22. Участок Кедровский, ЛТП № 6-2-Кедр	Групповая из 15 керновых	71,69	0,07	0,64	0,73	<u>9,14–10,42</u> 9,78
23. Участок Кедровский, ЛТП № 6-1,2-Кедр	Групповая из 65 керновых	286,10	0,97	1,37	1,43	<u>1,42–1,47</u> 1,44
Рудопроявление Покосное Шаманского рудного узла, Анзас-Кизасского золотоносного района Кандатской металлогенической зоны Западных Саян						
24. Покосное, ЛТП № 1-2-покос	Групповая из 35 бороздовых	363,60	0,74	1,71	1,36	<u>2,32–1,84</u> 2,08
25. Покосное, ЛТП № 1-1-покос	Групповая из 35 бороздовых	453,30	0,74	1,43	2,47	<u>1,93–3,34</u> 2,64
26. Покосное, ЛТП № 3-1-покос	Групповая из 111 бороздовых	1506,8	0,31 (0,28)	0,552	0,738	<u>1,78–2,38</u> 2,08
27. Покосное, ЛТП № 4-1-покос	Групповая из 31 бороздовых	401	0,49	0,852	1,046	<u>1,74–2,14</u> 1,94
28. Покосное, ЛТП № 5-1-покос	Групповая из 45 бороздовых	317,80	0,94	1,357	1,808	<u>1,44–1,92</u> 1,68
29. Покосное, ЛТП № 6-1-покос	Групповая из 91 керновых	467,46	0,37	0,927	0,891	<u>2,41–2,51</u> 2,45
30. Покосное, ЛТП № 7-1-покос	Групповая из 74 керновых	443,64	0,59	0,647	0,702	<u>1,10–1,19</u> 1,14
31. Покосное, ЛТП № 8-1-покос	Групповая из 35 керновых	183,83	0,49	0,671	0,762	<u>1,369–1,555</u> 1,462
32. Покосное, ЛТП № 8-2-покос	Групповая из 19 керновых	113,17	0,26	0,635	0,672	<u>2,44–2,58</u> 2,51
33. Покосное, ЛТП № 8-покос	Групповая из 54 керновых	297,0	0,40	0,657	0,727	<u>1,642–1,819</u> 1,731
Рудопроявления Успенское Верхнеамыльского рудного узла, Верхнеандреевское и Андреевское Хайлыкского рудного узла Кургушибинской металлогенической зоны Западных Саян						
34. Успенское, ЛТП № 1-Амыл	Групповая из 47 бороздовых	416,32	0,61 (1,083*)	0,742	0,563	<u>1,216–0,923</u> 1,069
35. Успенское, ЛТП № 2-1-Амыл	Групповая из 39 керновых	185,84	0,962	0,904	1,01	<u>0,940–1,05</u> 0,995
36. Успенское, ЛТП № 2-2-Амыл	Групповая из 39 керновых (аналит. навески)	32,32	0,928	1,01	1,020	<u>1,088–1,099</u> 1,094
37. Верхнеандреевское, ЛТП № 1-2-Хайлык	Групповая из 16 бороздовых	98,56	1,3	1,930	2,066	<u>1,485–1,589</u> 1,537
38. Андреевское, ЛТП № 2-1-Хайлык	Групповая из 32 керновых	184,92	(1,18)*	0,928	0,920	<u>0,786–0,780</u> 0,783
Золото-серебряное рудопроявление Водораздельное Алгаинско-Березовского рудного поля, Кабурчакского рудного узла, Тельбесского золото-серебро-железрудного района Горной Шории						
39. Зона Центральная, ЛТП № 1-Алгаин	Групповая из 23 бороздовых	191,7	1,174/10,836**	1,3/9,16**	1,535/17,95**	<u>1,11/0,85–1,18/1,66</u> 1,15/1,26
Ак-Мрасская минерализованная зона золото-кварцевых руд в березитизированных гранитоидах Тибеческого рудного поля Мрасского золотоносного района Горной Шории						
40. Ак-Мрасская зона, ЛТП № 1-Тибечек	Групповая из 33 бороздовых	343,3	1,675	2,163	2,344	<u>1,291–1,399</u> 1,345
41. Ак-Мрасская зона, ЛТП № 2-1-Тибечек	Групповая из 26 керновых	106,2	0,74	1,07	1,13	<u>1,45–1,53</u> 1,49

Примечание. * – по результатам спектрохимических анализов (заверенных позднее пробирными), при отборе материала для первоочередных спектральных анализов производился просев пробы с нарушением технологии обработки проб дроблением с последовательным сокращением, поэтому, использование значений по данной пробе проблематично; ** – данные по попутному серебру; здесь и далее – Kd – коэффициент занижения близких к истинным содержаний золота: числитель – от-до, знаменатель – средний.

Полупромышленные испытания по гравитационно-цианистой схеме показывают извлечение до 50–65% золота в кондиционные гравеоконцентраты и до 45% золота – в цианистые растворы. После цианирования получаются отвальные хвосты с близкими к истинным содержаниями золота менее 0,2 г/т.

В итоге технологические исследования групповых проб большой массы на полупромышленной установке с рациональной комплектацией оборудования, наряду с оценкой технологических показателей обогащения руд и разработкой промышленной схемы обогащения, позволяют определить балансовое количество золота в ЛТП, рассчитать по нему близкое к истинному содержание ($C_{ист}$) и определить коэффициент занижения этого содержания рядовым опробованием (K_d).

Преимущества использования методики определения близких к истинным содержаний в рудных телах по балансу металла в продуктах обогащения групповых ЛТП по сравнению с расчетом средних содержаний, полученных альтернативным методом предварительного концентрирования золота из каждой рядовой пробы [22, 24], характеризующей небольшую часть рудного пересечения, заключаются в следующем:

1. Быстрота процесса обогащения групповых ЛТП большой массы позволяет сократить время и деньги по сравнению с раздельным обогащением множества рядовых проб, не дающих полных технологических показателей для разработки рациональной схемы обогащения.

2. Повышается достоверность определения содержаний золота в рудных телах за счет исключения влияния систематических и случайных погрешностей определения содержаний золота в процессе обогащения частных проб. Существенно уменьшаются коэффициенты вариации и доверительные интервалы к оценкам средних содержаний.

3. За счет усреднения богатых и бедных руд в групповых пробах исключается необходимость ограничения значений «ураганных» рядовых проб «гипотетическими» расчетами областей их влияния [4] на содержания золота в контурах рудных тел с гнездовым и бонанцевым распределением золота.

4. Без проведения заверки рядовых проб крупнообъемными и валовыми пробами на стадии поисковых работ определяются близкие к истинным содержания золота в минерализованных зонах и рудных телах, а на стадиях оценочных и разведочных работ осуществляется контроль достоверности пробирных анализов по совокупностям рядовых проб, характеризующих рудные тела и подсчетные блоки.

Расчет достоверности (D) рядового опробования и коэффициента занижения (K_d) близких к истинным содержаний золота. Экспериментально определенные $C_{ист}$ в процессе технологических исследований 23 ЛТП рудопроявлений Ортон-Балыксинского золотоносного района (выборка 1) и 41 ЛТП (выборка 2) всей совокупности рудопроявлений

ряда рудных районов Алтае-Саянской провинции (см. табл. 1) сопоставлены с $C_{ср}$, рассчитанными по результатам пробирных анализов рядовых проб, полные массы которых использовались для составления ЛТП.

Сопоставления показали [13], что достоверность (вероятность или доля) определения рядовым опробованием близких к истинным содержаний золота ($D = C_{ср}/C_{ист}$) колеблется в широких пределах и зависит от богатства руд. Коэффициент занижения рядовым опробованием близких к истинным содержаний является величиной обратной достоверности ($K_d = C_{ист}/C_{ср}$). Зависимости D и K_d от $C_{ср}$ показаны на рисунках 3 и 4.

Полученная диаграмма зависимости D от $C_{ср}$ хорошо коррелируется с последовательными кривыми, описывающими процессы при гидродинамических исследованиях скважин. После нагнетания вещества в окружающую скважину породу до предела ее прочности (левая часть диаграммы) происходит самопроизвольное падение давления при гидроразрыве пласта (правая часть диаграммы). Аналогичные явления наблюдаются в электротехнике при зарядке и разрядке конденсаторов, а в более общих случаях – при процессах релаксации напряженного состояния в материалах по модели Кельвина-Фойгта [13].

По-видимому, в данном случае в рамках этой модели левая часть диаграммы зависимости D от $C_{ср}$ иллюстрирует природное явление нагнетания вдоль тектонических зон рудообразующего флюида в боковые породы с образованием золотоносных метасоматитов в первый момент рудообразования. Во второй момент, при превышении предела прочности пород, в процессе релаксации напряженного состояния (правая часть диаграммы) в метасоматитах возникали трещины, в которых кристаллизовались прожилки и жилы кварца, нередко с видимым золотом и другими рудными и жильными минералами.

Так как, согласно формуле Ричардса-Чечотта, величина частиц самородного золота определяет достоверность пробирных анализов [9], то низкие (от 0,15 до 0,70 доли единицы) значения D предположительно связаны с кристаллизацией крупных выделений золота в начальную стадию метасоматоза (левая часть диаграммы) при $C_{ср} = 0,07–0,5$ г/т.

При максимальных мощностях и проработанности зон метасоматитов (центральная часть диаграммы) крупность выделений самородного золота падала до десятых долей миллиметра, судя по высокой достоверности (0,70–0,85 доли единицы) пробирных анализов в диапазоне $C_{ср} = 0,5–1,7$ г/т.

При массовом развитии жил и прожилков в метасоматитах, после гидроразрыва пород и релаксации напряженного состояния (правая часть диаграммы) золотоносность руд возрастала ($C_{ср} = 1,7–17,4$ г/т) на фоне снижения достоверности пробирных анализов (от 0,85 до 0,18 доли единицы). Такое снижение можно объяснить увеличением крупности выделений самородного золота, вплоть до образования самородков, гнезд и бонанцев [13].

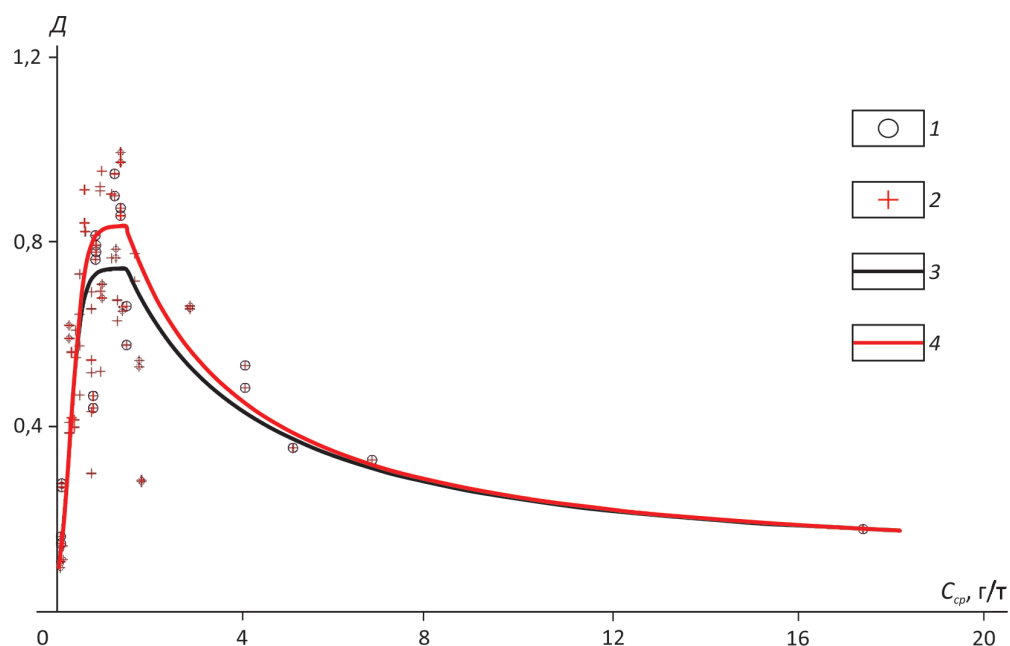


Рис. 3. Диаграммы зависимости достоверности (D , доли единицы) определения близких к истинным содержаниям золота от средних содержаний (C_{cp} , г/т), установленных по данным пробирных анализов рядовых проб. По В.О.Коньшеву, А.Г.Горелову [13]:

1–2 – точки значений, относящихся к выборкам: 1 – из 23 ЛТП (Ортон-Балыксинский район) и 2 – из 41 ЛТП (рудные районы Алтае-Саянской провинции); 3–4 – диаграммы аппроксимации в терминах модели Кельвина-Фойгта для выборок: 3 – из 23 ЛТП и 4 – из 41 ЛТП

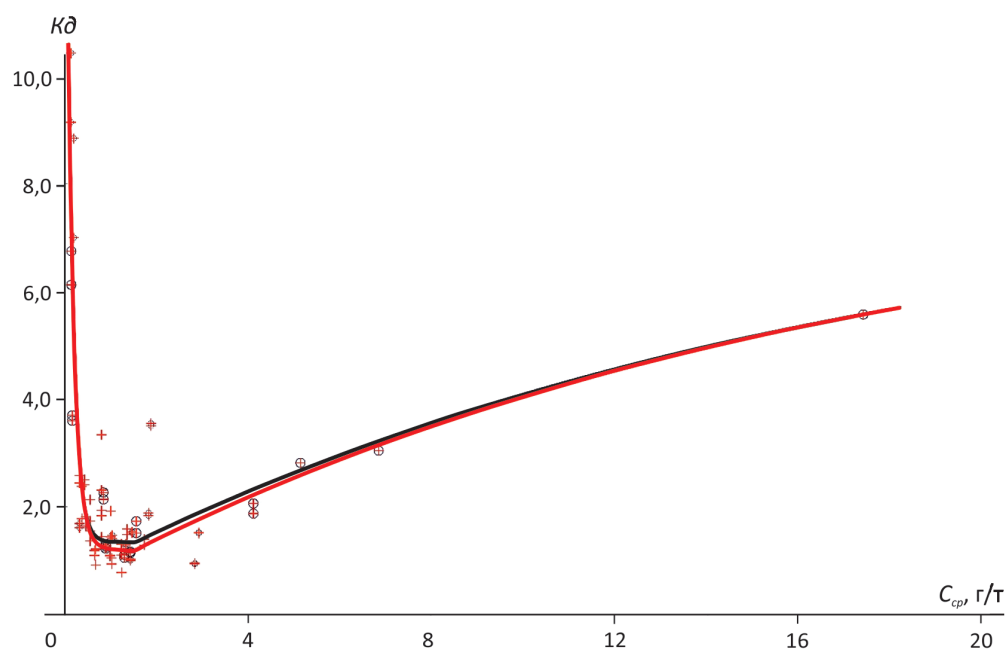


Рис. 4. Диаграммы зависимости коэффициентов занижения (K_d) близких к истинным содержаниям от средних содержаний (C_{cp} , г/т), установленных по данным пробирных анализов рядовых проб. По В.О.Коньшеву, А.Г.Горелову [13]:

см. услов. обозн. к рис. 3

На ранних стадиях разработки методики (до рассмотрения её на ЭТС ФБУ «ГКЗ») автор [5, 9, 10, 12] предлагал использовать для оценки $C_{ист}$ экспериментально определенные коэффициенты занижения близких к истинным содержаниям $K_d = C_{ист}/C_{ср}$. Было показано, что для области бедных руд ($C_{ср} = 0,5-1,7$ г/т) K_d изменяются от 1,3 до 1,6 раза, для рядовых руд ($C_{ср} = 1,7-4$ г/т) – от 1,6 до 2,5 раза, для богатых руд ($C_{ср} = 4,0-8,0$ г/т) – от 2,5 до 3,5 раза, для очень богатых руд ($C_{ср} = 8,0-17,4$ г/т) – от 3,5 до 5,56 раза. Для оценки K_d по $C_{ср}$ предлагались эмпирические диаграммы, аппроксимированные простыми формулами полиномов второй и третьей степени при очень высоких коэффициентах корреляции между зависимыми величинами [5].

Дальнейшими исследованиями в области низких содержаний для убогих руд и околорудных пород ($C_{ср} = 0,07-0,5$ г/т) установлены K_d в 1,7–10,8 раза занижающие $C_{ист}$. Для описания универсальной зависимости D и K_d от $C_{ср}$ потребовались сложные формы диаграмм (см. рисунки 3, 4) и математических формул [13], аппроксимированных по модели Кельвина-Фойгта. Это в значительной степени усложнило использование выявленных зависимостей D и K_d от $C_{ср}$ широким кругом геологов-практиков.

Разработка и уточнение статистических показателей зависимости близких к истинным содержаний ($C_{ист}$) в рудных телах от средневзвешенных содержаний ($C_{ср}$), вычисленных по пробирным анализам рядовых проб. Значительно более простые статистические диаграммы характеризуют зависимости $C_{ист}$ от $C_{ср}$ (рисунки 5 и 6), выражаемые формулами полинома второй степени для рудных объектов Ортон-Балыксинского (1) и всей совокупности различных золотоносных районов Алтае-Саянской провинции (2):

$$C_{ист} = 0,262C_{ср}^2 + 1,010C_{ср} + 0,276 \quad (1);$$

$$C_{ист} = 0,2629C_{ср}^2 + 0,9988C_{ср} + 0,2619 \quad (2).$$

При высоких коэффициентах корреляции ($R^2_1 = 0,999$ и $R^2_2 = 0,9941$) взаимозависимых параметров эти формулы охватывает диапазон значений средних содержаний от 0,07 до 17,5 г/т. Формулу (2) рекомендуется применять для предварительной оценки близких к истинным содержаний золота в подавляющей части рудопоявления Алтае-Саянской провинции.

Этому способствуют незначительные различия в близких к истинным содержаниях, оцененных по диаграммам для объектов различных золотоносных районов. Так при вычитании из частной рабочей формулы (1), аппроксимированной для объектов Ортон-Балыксинского района, значений универсальной формулы (2), установленной для всей совокупности изученных рудопоявлений Алтае-Саянской провинции, получаем следующую формулу (3) для расчета поправок:

$$\Delta C_{ист} = -0,001C_{ср}^2 + 0,001C_{ср} + 0,014 \quad (3).$$

При $C_{ср} 10$ г/т, вычисленная по формуле поправка $\Delta C_{ист}$ незначительна и равна 0,115 г/т, а при более

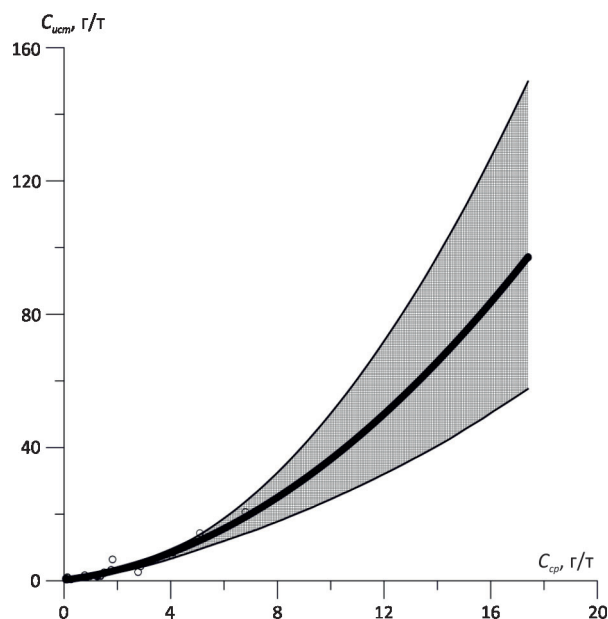


Рис. 5. Диаграмма зависимости $C_{ист}$ от $C_{ср}$, аппроксимированная по результатам исследования 23 групповых ЛТП (43 точки сопоставления) для золоторудного объекта Ортон-Балыксинского золотоносного района, с доверительным интервалом, аппроксимированным при надежности 90%. По В.О.Коньшеву, А.Г.Горелову [14]

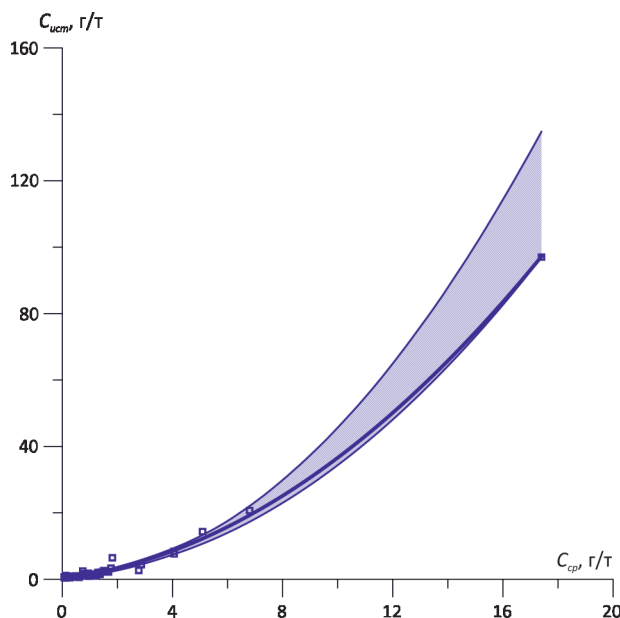


Рис. 6. Диаграмма зависимости $C_{ист}$ от $C_{ср}$, аппроксимированная по результатам исследования 41 групповой ЛТП (79 точек сопоставления) для золоторудных объектов Ортон-Балыксинского и смежных золотоносных районов Алтае-Саянской провинции, с доверительным интервалом, аппроксимированным при надежности 90%. По В.О.Коньшеву, А.Г.Горелову [14]

низких значениях $C_{ср}$ получают еще менее существенные поправки.

Определение близкого к истинному среднего содержания золота по всей совокупности ЛТП каждого изученного золоторудного объекта для легитимной оценки прогнозных ресурсов с высокой достоверностью. Изложенная в данной статье методика определения близких к истинным содержаниям золота по балансу металла в продуктах обогащения групповых ЛТП, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений, была рассмотрена Экспертно-техническим советом ФБУ «ГКЗ».

Протоколом ЭТС ФБУ «ГКЗ» от 18 ноября 2014 г., наряду с необходимостью доработок, декларировано: «Рекомендовать к внедрению для оценки прогнозных ресурсов на стадии поисков и как способ контроля качества рядового опробования на других стадиях геолого-разведочных работ разработанный и запатентованный авторами способ оценки средних содержаний по балансу металла, извлеченного в продукты обогащения из ЛТП, составленных из полных масс рядовых проб». Другими словами, легитимно разрешено заменять $C_{ср}$ на $C_{ист}$, экспериментально определенные по балансу золота в продуктах гравитационного обогащения групповых ЛТП, составленных из полных масс рядовых проб рудных пересечений и их совокупностей.

В соответствие с рекомендацией ЭТС ФБУ ГКЗ внедрение охарактеризованной методики впервые осуществлено автором на участке Кедровский Ортон-Балыксинского района в рамках производственного отчета ООО «СибГео» (Е.А.Белоножко и др., 2014). В процессе работ

этой производственной организацией были выявлены и оконтурены по оптимальному бортовому содержанию 0,2 г/т 17 пластообразных рудных залежей. В контурах предполагаемого карьера до средней глубины 140 м в этих залежах были локализованы суммарные прогноз-ные ресурсы категории P_1 48,7 т золота при $C_{ср}$ 1,58 г/т.

По субподрядному договору ФГУП ЦНИГРИ автором статьи разрозненные рудные тела, выявленные ООО «СибГео» в контурах проектного карьера, были объединены в 4 крупнообъемных блока при среднем коэффициенте рудоносности 0,236 (рис. 7). По 6 групповым ЛТП общей массой 3184 кг, близкое к истинному средневзвешенное содержание ($C_{ист}$) составило 2,46 г/т (табл. 2).

По $C_{ист}$ 2,46 г/т, в 1,56 раза превышающему $C_{ср}$ (1,58 г/т), была дана более достоверная новая оценка прогнозных ресурсов категории P_1 77,0 т золота. Уточненные прогнозные ресурсы категории P_1 77,0 т золота со средним содержанием 2,46 г/т апробированы ФГУП ЦНИГРИ (Протокол №14 от 11 ноября 2014 г.).

Переоценка рудопроявления по $C_{ист}$ позволила улучшить ожидаемые экономические показатели освоения будущего Кедровского месторождения (табл. 3). Без существенного увеличения планируемого срока его отработки и капиталовложений в рудник ожидается, что расчетная годовая добыча золота возрастет с 2,6 до 4,1 т, окупаемость снизится с 10 до 6 лет, внутренняя норма доходности увеличится с 10,1 до 19,7%, а индекс доходности – с 1,6 до 2,6.

Переоценка прогнозных ресурсов ранее выявленных объектов по статистическим формулам. Уточнение содержаний по формуле (2) выполнено автором

2. Сопоставление средних содержаний золота, определенных по результатам рядового опробования ($C_{ср}$) и по балансу металла ($C_{ист}$) в продуктах гравитационного обогащения групповых ЛТП участка Кедровский

ЛТП	Число и вид проб в составе групповых ЛТП	Массы групповых ЛТП, кг	Средние содержания золота, г/т			Кд
			По пробирным анализам рядовых проб ($C_{ср}$)	По балансу Au ($C_{ист}$) в продуктах обогащения ЛТП	Пробирные анализы	Данные цинирования
1. ЛТП №1-Кедр	31 бороздовая	343,35	4,06	7,62	8,38	$\frac{1,88-2,06}{1,97}$
2. ЛТП №2-Кедр	97 бороздовых	948,93	1,50	2,27	2,60	$\frac{1,51-1,73}{1,62}$
3. ЛТП №3-1-Кедр	68 бороздовых	603,58	1,24	1,31	1,38	$\frac{1,06-1,12}{1,09}$
4. ЛТП №3-Кедр	107 бороздовых	931,11	0,83	1,02	1,09	$\frac{1,24-1,31}{1,28}$
5. ЛТП №5-1-1-Кедр	28 ядерных с золотой головкой 4	143,20	2,87	4,34	4,38	$\frac{1,51-1,53}{1,52}$
6. ЛТП №6-1-Кедр	50 ядерных	214,41	1,27	1,62	1,66	$\frac{1,28-1,31}{1,30}$
Сумма	381	3184,58				
Средневзвешенное			1,58	2,35	2,57	$\frac{1,49-1,63}{1,56}$
Принятое при апробации прогнозных ресурсов				2,46		

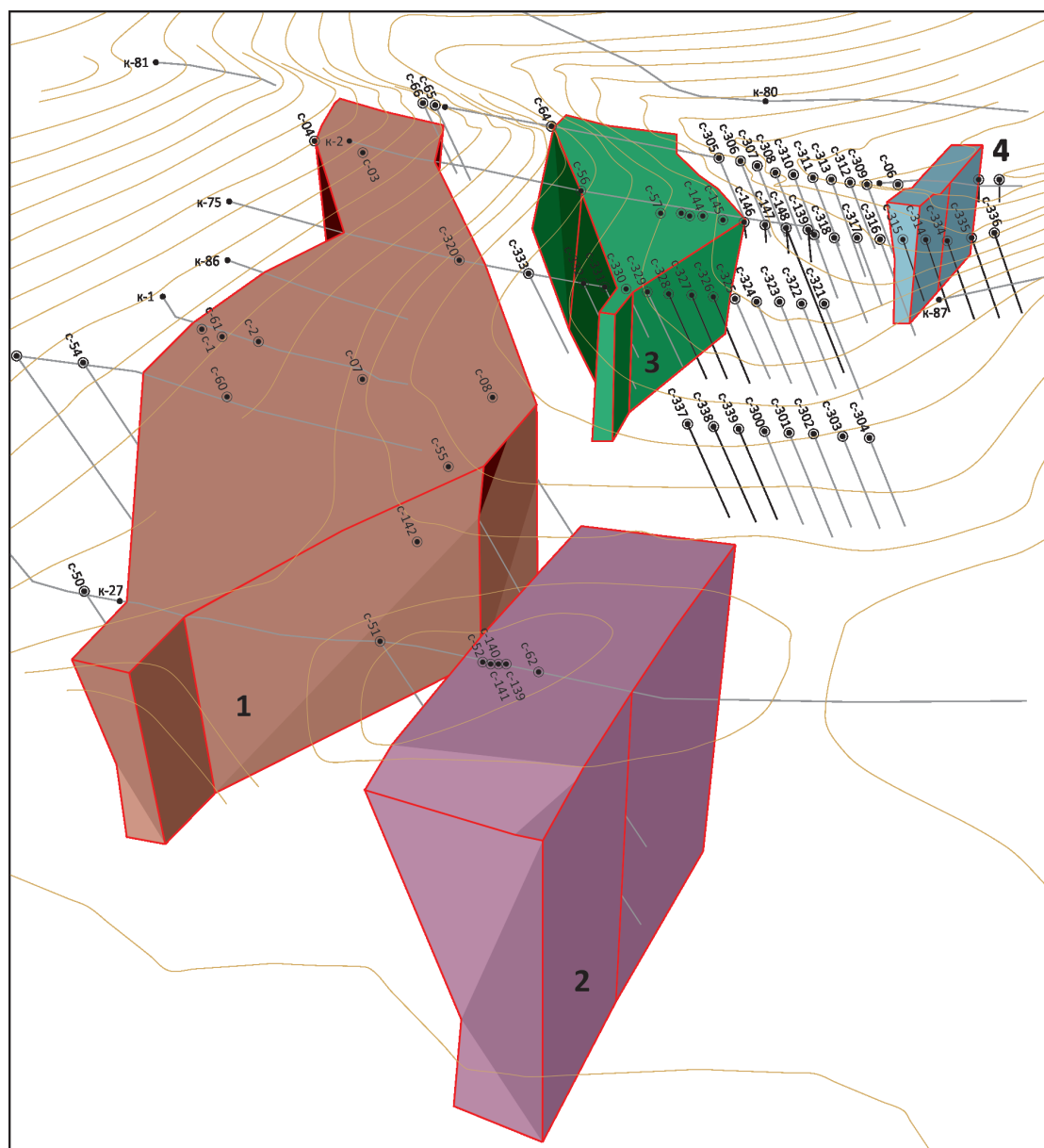


Рис. 7. Блоки прогнозных ресурсов категории P_1 участка Кедровский:

1 – 60% общего количества, 2 – 29%, 3 – 10%, 4 – 1%

на примерах Чашкатского и Пахомовского участков, а также Федоровского-1 месторождения Ортон-Балыксинского района [13], представляющих собой минерализованные зоны прожилково-вкрапленных руд, нередко вмещающие стержневые жилы.

На Чашкатском участке по результатам рядового опробования ООО «СибГео» были оценены и апробированы во ФГУП ЦНИГРИ прогнозные ресурсы категории P_1 11,6 т золота в 4,765 млн. т руды со средним содержанием 2,43 г/т и категории P_2 3,2 т золота в 1,125 млн. т руды со средним содержанием 2,82 г/т.

Часть разведочных пересечений этого участка была охарактеризована групповой ЛТП №1-Комсомол, по которой $C_{ср}$ превысило $C_{ср}$ в 2,2 раза.

На Пахомовском участке буровыми работами ООО «СибГео» выявлено 3 пластообразные залежи, оконтуренные по бортовому содержанию 0,2 г/т со средними содержаниями 1,38, 2,11 и 1,50 г/т, для которых апробированы прогнозные ресурсы категории P_1 14,7 т при $C_{ср}$ 1,41 г/т. ЛТП №2-Комсомол, составленная из 68 керновых проб части разведочных пересечений этих залежей, показала близкое к истинному содержание

3. Сопоставление основных результатов оценки участка Кедровский по данным рядового и более достоверного группового опробования разведочных пересечений, оконтуренных по бортовому содержанию 0,2 г/т

Показатели	По данным опробования	
	рядового	группового
Ресурсы руды, млн. т	31,3	31,3
Средневзвешенные содержания Au, г/т	1,58	2,46
Прогнозные ресурсы Au, т	48,7	77,0
Достоверность опробования, доли единицы	0,63	1,00 (условно)
Коэффициент занижения <i>Сист</i>	1,56	1,00 (условно)
Результаты укрупненной геолого-экономической оценки		
Срок отработки, лет	15	15
Годовая добыча Au, т	2,6	4,1
Капиталовложения, млрд. руб.	6,3	7,5
Окупаемость, лет	10	6
Внутренняя норма доходности (ВНД), %	10,1	19,7
Индекс доходности (ИД)	1,6	2,6

золота 6,42 г/т, что в 3,53 раза превышает *Сср* 1,82 г/т в этой групповой ЛТП, содержащей одну рядовую пробу с гнездом видимого золота.

По рабочей формуле (2) *Сист* в рудных телах составили 2,17, 3,57 и 2,38 г/т. Для совокупности этих тел оцениваются суммарные прогнозные ресурсы категории P_1 23,2 т золота по *Сист*=2,22 г/т. Полученное по формуле *Сист* только в 1,57, а не в 3,53 раза превышает среднее. Уточненные прогнозные ресурсы участка Пахомовский могут быть рекомендованы на повторную апробацию.

На месторождении Федоровское-1 пластообразная залежь прожилково-вкрапленных руд, оконтуренная по бортовому содержанию 0,2 г/т, имеет среднюю мощность 66 м, протяженность по простиранию 1560 м и по падению – 225 м (см. рис. 1). Объем минерализованной зоны составил 19,2 млн. м³, а масса руды – 52,4 млн. т. При среднем содержании 1,13 г/т оценивались авторские прогнозные ресурсы категории P_1 – 59,2 т золота [4].

По рабочей формуле (2) *Сср*=1,13 г/т соответствует *Сист*=1,73 г/т, которое в 1,55 раза превышает *Сср*, определенное по пробирным анализам свыше 5000 борздовых и керновых проб. По уточненному таким образом содержанию, крупнообъемная залежь месторождения Федоровское-1 предстала с прогнозными ресурсами категории P_1 90,5 т золота [5]. Это один из наиболее крупных объектов Ортон-Балыксинского рудного района. В настоящее время на участке Федоровский-1, без учета новых данных по оценочным работам ОАО «КЕМО» 2003 г., пока числятся прогнозные ресурсы лишь категории P_3 30 т.

По материалам статьи можно сделать следующие выводы:

1. Охарактеризованный способ определения близких к истинным содержаниям золота по групповым пробам в крупнообъемных рудных телах, защищенный патентом на изобретение № 2383889 от 10 марта 2010 г., ре-

комендован протоколом ФБУ ГКЗ от 18 ноября 2014 г. для оценки прогнозных ресурсов на стадии поисков и контроля качества рядового опробования на других стадиях геологоразведочных работ.

2. В соответствии с охарактеризованной в статье методикой, определяемые близкие к истинным содержания золота в усредненных рудах групповых проб нивелируют крайне высокие и низкие концентрации в рудных телах при гнездовом распределении крупного золота. Использование этого способа привело к обнаружению за последние 20 лет в Ортон-Балыксинском золотоносном районе крупнообъемных золоторудных объектов, суммарные прогнозные ресурсы которых оцениваются по категории P_1 210 т. Из них половина апробирована, а другая половина может быть апробирована при производстве ревизионных поисковых работ в процессе внедрения легитимной рекомендации о целесообразности определения близких к истинным содержаниям по групповым пробам.

3. Ранее проводимыми на протяжении XX в. поисковыми работами в Ортон-Балыксинском районе были выявлены только отрезки золоторудных жил, в которых гнезда и бонанцы золота из-за мелких размеров рассматривались лишь в качестве объектов для кустарных разработок. Доля бонанцев в запасах золота жил существенно занижалась, как и содержания крупного золота в околожилных зонах метасоматитов, не только низкой достоверностью пробирных анализов, но и использованием приемов ограничения ураганных содержаний. После подобных ограничений, а не усреднений, рекомендованных представленной в статье методикой, перспективные рудные объекты искусственно обеднялись и преобразовывались в убогозолотоносную матрицу с прожилково-вкрапленной золото-сульфидно-анкерит-кварцевой минерализацией.

4. Разработанную методику оценки близких к истинным содержаниям золота рекомендуется использовать не

только в Алтае-Саянской, но и в других металлогенических провинциях России (Енисейской, Байкало-Патомской, Верхояно-Колымской), для которых оценка прогнозных ресурсов коренных источников крупных и богатых россыпей была неэффективна при использовании традиционных методов поисков без применения группового опробования.

Автор глубоко признателен коллегам: В.В.Кяргину, В.К.Кондрину, Е.А.Бедножко за организацию и проведение полевых работ по качественному опробованию рудных тел и составлению ЛТП; М.Н.Сычевой и коллективу технологов АО «Тульское НИГП» за баланс золота в продуктах обогащения ЛТП при полупромышленных испытаниях; А.Г.Горелову и В.С.Кряжеву за математическую обработку эмпирических данных; С.С.Вартаняну, А.И.Иванову, А.И.Черных, Б.И.Беневольскому, Ю.М.Щепотьеву, П.И.Кушнареву, А.И.Романчуку за поддержку исследований, всестороннее обсуждение методики и ценные советы по ее оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.И. Золото Байкало-Патома (геология, оруденение, перспективы). – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2014.
2. Кавчик Б.К. Схемы пробоподготовки при пробирном анализе на золото // Золотодобыча. 2008. № 119. С. 12–14.
3. Каждан А.Б. Разведка месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1977.
4. Каллистов П.Л., Камышев Ю.И. К проблеме выравнивания показаний проб при подсчете запасов месторождений с высокой изменчивостью оруденения // Руды и металлы. 1995. № 4. С. 84–94.
5. Коньшев В.О. К методике оценки содержания Au в рудопоявлениях с крупным золотом Ортон-Балыксинского района, Кузнецкий Алатау // Руды и металлы. 2014. № 2. С. 46–66.
6. Коньшев В.О. О граничных условиях определения золота методом предварительного извлечения // Отечественная геология. 2005. № 3. С. 84–87.
7. Коньшев В.О. О составе самородного золота в минеральных ассоциациях золоторудных месторождений Алтае-Саянской области // Руды и металлы. 2010. № 6. С. 42–57.
8. Коньшев В.О. Опыт оценки погрешностей опробования и совершенствование методологии разведки месторождения с бонанцевым распределением золота // Отечественная геология. 2004. № 6. С. 22–35.
9. Коньшев В.О. Пути повышения достоверности опробования руд с крупным золотом // Руды и металлы. 2007. № 2. С. 40–54.
10. Коньшев В.О. Расчет коэффициента коррекции на достоверность опробования рудных залежей с крупным золотом // Горный журнал. 2008. № 6. С. 18–23.
11. Коньшев В.О. Федоровско-Кедровское рудное поле (литолого-стратиграфический контроль и потенциал золотоносности) // Отечественная геология. 2006. № 2. С. 22–28.
12. Коньшев В.О., Вартанян С.С., Горелов А.Г. Способ определения среднего содержания золота в рудных телах // Патент на изобретение RU № 2383889 С1. 10.03.2010. Бюл. № 7.
13. Коньшев В.О., Горелов А.Г. Информационно-методические аспекты оценки истинных содержаний золота в рудных телах (на примере рудопоявлений Ортон-Балыксинского района. Кузнецкий Алатау) // Геоинформатика. 2014. № 3. С. 39–55.
14. Коньшев В.О., Горелов А.Г. Информационно-методические аспекты прогноза крупнообъемных месторождений с бонанцами золота в золотороссыпных районах Алтае-Саянской провинции // Геоинформатика. 2016. № 3. С. 17–28.
15. Коньшев В.О., Савостьянов Е.В., Власов Г.Н. Месторождение Федоровское-1 в Кемеровской области и особенности методики разведки объектов с крупным золотом // Руды и металлы. 2003. № 5–6. С. 20–34.
16. Методика разведки золоторудных месторождений // В.Н.Иванов, В.П.Кувшинов, В.И.Батрак и др. – М.: ЦНИГРИ, 1991.
17. Методические рекомендации по применению классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Золото рудное. ГКЗ, 2007. Утверждены распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.
18. Многофакторная модель крупнообъемного золоторудного месторождения Дегдекан (Магаданская область) / Б.К.Михайлов, С.Ф.Стружков, М.В.Наталенко, Н.Б.Цимбалюк // Отечественная геология. 2010. № 2. С. 20–31.
19. Опробование руд коренных месторождений золота // В.П.Кувшинов, Ю.А.Бакулин, В.Н.Иванов и др. – М., 1992.
20. Оценка достоверности опробования руд на крупнообъемных золоторудных месторождениях в терригенных толщах на примере Дегдеканского месторождения / Л.А.Остапенко, С.Ф.Стружков, О.Б.Рыжов и др. // Руды и металлы. 2004. № 2. С. 42–55.
21. Применение технологических методов пробоподготовки для оценки запасов большеобъемных золоторудных объектов на примере Наталкинского месторождения / М.П.Казимиров, Е.М.Никитенко, В.Е.Лукиных, Т.М.Новикова // Золотодобыча. 2008. № 119. С. 16–21.
22. Савостин М.Н., Саклаков В.А., Захваткин В.А. Временное методическое руководство по обработке геологических проб золоторудных месторождений с предварительным извлечением металла. – М.: ЦНИГРИ, 1975.
23. Системы оценки и разведки россыпных месторождений золота и платиноидов на основе многофакторных моделей // В.И.Куторгин, В.А.Джобадзе, С.А.Емельянов и др. – М., 2002.
24. Сравнительная оценка достоверности определения содержания золота в рудах Дегдеканского рудного поля традиционным пробирным анализом и по методике с предварительным гравитационным концентрированием свободного золота / А.И.Романчук, В.А.Богомолов, Е.И.Никитенко, П.И.Кушнарев // Недропользование XXI век. 2011. № 3. С. 58–63.
25. Dominy S.C., Platten I.M. Gold particle clustering – a new consideration in sampling applications // Trans Inst Min Metall. 2007. 116. B130-B142.
26. Pitard F.F. Sampling Theory and Methods // A short Course presented at the University of the Witwatersrand. 2006. Vol. I. 2002.

Алмазы и их спутники в алмазоносных отложениях бассейна моря Лаптевых

Т.В.ПОСУХОВА, М.А.СОКОЛОВА (Московский Государственный университет имени М.В.Ломоносова; 119899, г. Москва, Ленинские горы, 1)

Алмазы и их спутники (гранаты и рудные минералы) изучены комплексом спектроскопических методов. Установлено, что изученные отложения – это полимиктовые конгломераты, которые не содержат вулканогенных остатков и являются коллекторами барофильных минералов. Выявлено сходство с алмазами Золотицкого поля в Архангельской провинции и лампроитовыми. Установлены следы механогенной обработки и гипергенной коррозии, выявлены ксеногенные зерна гранатов и других минералов из пород фундамента и чехла, что предполагает множественность источников сноса.

Ключевые слова: алмазы, россыпи, кимберлиты.

Посухова Татьяна Владимировна
Соколова Мария Александровна



tposukhova@mail.ru

Diamonds and accompanying minerals from diamondiferous deposits of the Laptev Sea basin

T.V.POSUKHOVA, M.A.SOKOLOVA (Lomonosov Moscow State University)

Morphology and physical properties of diamonds and accompanying minerals from different diamond-bearing deposits of Northern Yakutia were examined. It was established that the studied sediments were formed as polyimictic conglomerates and have no volcanogenic materials. These complex rocks contain rounded and fragmented mineral grains, most of which bear the traces of mechanical processing which are typical for coastal marine sediments. It was concluded that the studied deposits are the collectors of xenogenic kimberlitic minerals from different sources.

Key words: diamonds, placers, kimberlites.

На севере Якутской алмазоносной провинции давно разрабатываются богатые россыпи алмазов, источники которых неизвестны [19, 26]. В настоящее время существует несколько гипотез их образования: кимберлиты из уже известных полей [6, 17], близко расположенные, но еще не открытые кимберлиты в акватории моря Лаптевых [20], докембрийские кимберлиты [5, 15, 18] или щелочно-ультраосновные породы и лампроиты [7, 16]. Также предполагают, что породы карнийского возраста, в которых залегают алмазы, представляют собой древние промежуточные коллекторы, аккумулирующие алмазы из разных источников, перешедшие потом в современные четвертичные россыпи [9, 21, 30]. Возможно, что эти отложения являются вулканогенными туффизитами и первичными источниками алмазов [23, 27, 34, 35].

Для проверки этих гипотез целесообразно проведение комплексных минералого-петрографических исследований разновозрастных рыхлых алмазоносных отложений бассейна моря Лаптевых и сравнение их с коренными алмазоносными объектами, известными на севере Якутии.

Объекты и методы исследования. Объекты исследований – это шлиховые пробы из рыхлых отложений Приморского, Нижнеолёнского, Анабарского и Куонамского алмазоносных районов (рис. 1). Изучены пробы гранатов из устья рек Хорбусуонка, Дебенгде и Кютюнгде, а также из участков Улегир и Чичах-Чимара (верховья р. Маят). Исследованы шлиховые пробы из аллювия р. Малая Куонамка и из верхнетриасовых карнийских отложений кряжа Чекановского и устья р. Булкур. Материал для исследований передан авторам Институтом геологии алмаза и благородных металлов СО РАН. Также было проведено изучение морфогенетических и оптических характеристик кристаллов алмаза из террасовых и пойменных четвертичных отложений Северной Якутии. Покристалльное описание зерен проведено по схемам, предложенным в работе [1].

Состав пород и минералов изучен спектроскопическими методами. ИК спектроскопические исследования проводились на ИК-Фурье спектрометре ФСМ 1201 на кафедре минералогии МГУ им. М.В.Ломоносова, аналитик Е.Б.Бушуева. Рентгенофазовые исследования

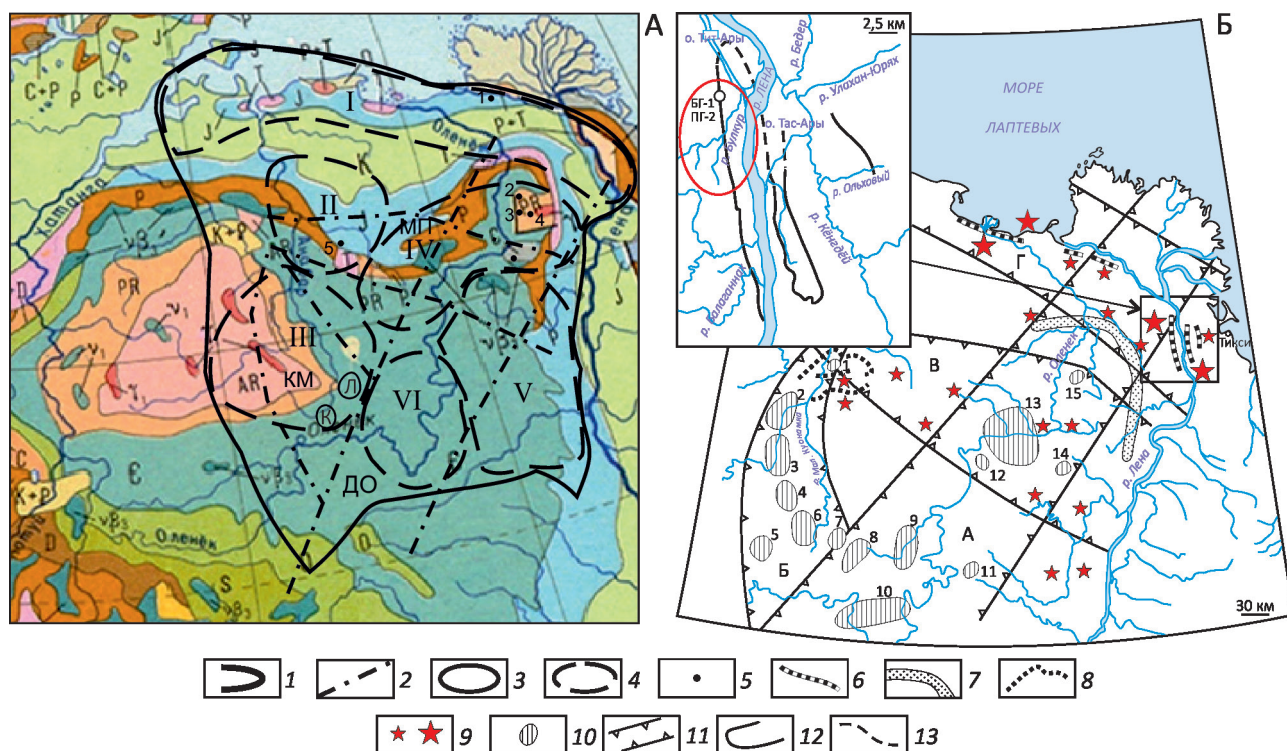


Рис. 1. Схема районирования Лено-Анабарской алмазонасной субпровинции (А) и размещения кимберлитовых полей и алмазонасных осадочных пород (Б). По данным С.А.Граханова и др., 2006, 2010:

1 – границы субпровинций; 2 – кимберлитоконтролирующие зоны (ДО – Далдыно-Оленёкская, КМ – Куонамская, МП – Молодо-Попигайская); 3 – кимберлитовые поля (Л – Лучаканское, К – Куранахское); 4 – россыпные алмазонасные районы (I – Приморский, II – Анабарский, III – Куонамский, IV – Нижнеоленьский, V – Приленский, VI – Среднеоленьский); 5 – места отбора изученных образцов (1 – Кряж Чекановского, 2 – р. Дебенгде, 3 – р. Хорбусуонка, 4 – тр. Гоби, 5 – уч. Улегир, 6 – р. Кютюнгде, 7 – Чичах-Чимара); 6 – алмазонасные породы карнийского яруса; 7 – потенциально-промышленные россыпи рэтского яруса; 8 – промышленные четвертичные россыпи; 9 – находки алмазов в разновозрастных промежуточных коллекторах; 10 – кимберлитовые поля (1 – Анабарское, 2 – Староречинское, 3 – Ары-Маетахское, 4 – Дюкенское, 5 – Биригиндинское, 6 – Куранахское, 7 – Лучеканское, 8 – Западно-Укукитское, 9 – Восточно-Укукитское, 10 – Чомурдахское, 11 – Огонер-Юряхское, 12 – Мерчимденское, 13 – Куойкско-Молодинское, 14 – Толуопское, 15 – Хорбусуонское); 11 – минерагенические зоны: (А – Далдыно-Оленекская, Б – Куонамская, В – Молодо-Попигайская, Г – Приморская); на врезке: 12 – контуры выходов алмазонасных отложений карния и 13 – их предполагаемого продолжения под четвертичными отложениями

проведены на дифрактометре АДП-2, аналитик Д.А.Ксенофонов. Термический анализ выполнен на дериватографе «Q-1500 D» (Венгрия), аналитик Л.В.Мельчакова. Исследования методом *растровой электронной микроскопии* (РЭМ) проводили на электронном микроскопе LEO 1450VP (аналитик В.Н.Соколов) и на микрозондовом комплексе «Jeol JSM-6480LV» (аналитик Н.Н.Коротаева). Количественный химический анализ выполнен на микрозондовых комплексах Camebax SX50 (аналитик Д.А.Ханин) и «Jeol JSM-6480LV» (аналитик Л.И.Марущенко). Статистическая обработка данных и разделение на химико-генетические группы проведена по методике, предложенной в работе (О.А.Богатиков и др., 1999). Оптические спектры алмаза получены на микроспектрофотометре MPS-2000 фирмы «Shimadzu» (Япония), аналитик Е.Р.Васильева.

Характеристика алмазов из изученных россыпей. Было проведено покристалльное описание алмазов из россыпей Анабарского и Приморского алмазонасных районов. Исследования выявили их различия по распространенности кристаллов разных габитусных типов (рис. 2). В россыпи *Биллях* преобладают *сростки* криволинейных и октаэдрических кристаллов (60%), бесцветные и с желтоватым оттенком, нередко наблюдается коррозионный рельеф и следы истирания (см. рис. 2, А). В россыпи *Кангалас-Юсле* преобладают *додекаэдровиды* (44%), алмазы желтоватых оттенков, много кристаллов серой окраски. В россыпи *побережья моря Лаптевых* также преобладают додекаэдровиды (60%), много обломков и осколков, кристаллы бесцветные и желтоватые. В россыпи *Хатыгын-Узлет* встречаются октаэдрические кристаллы с отчетливыми

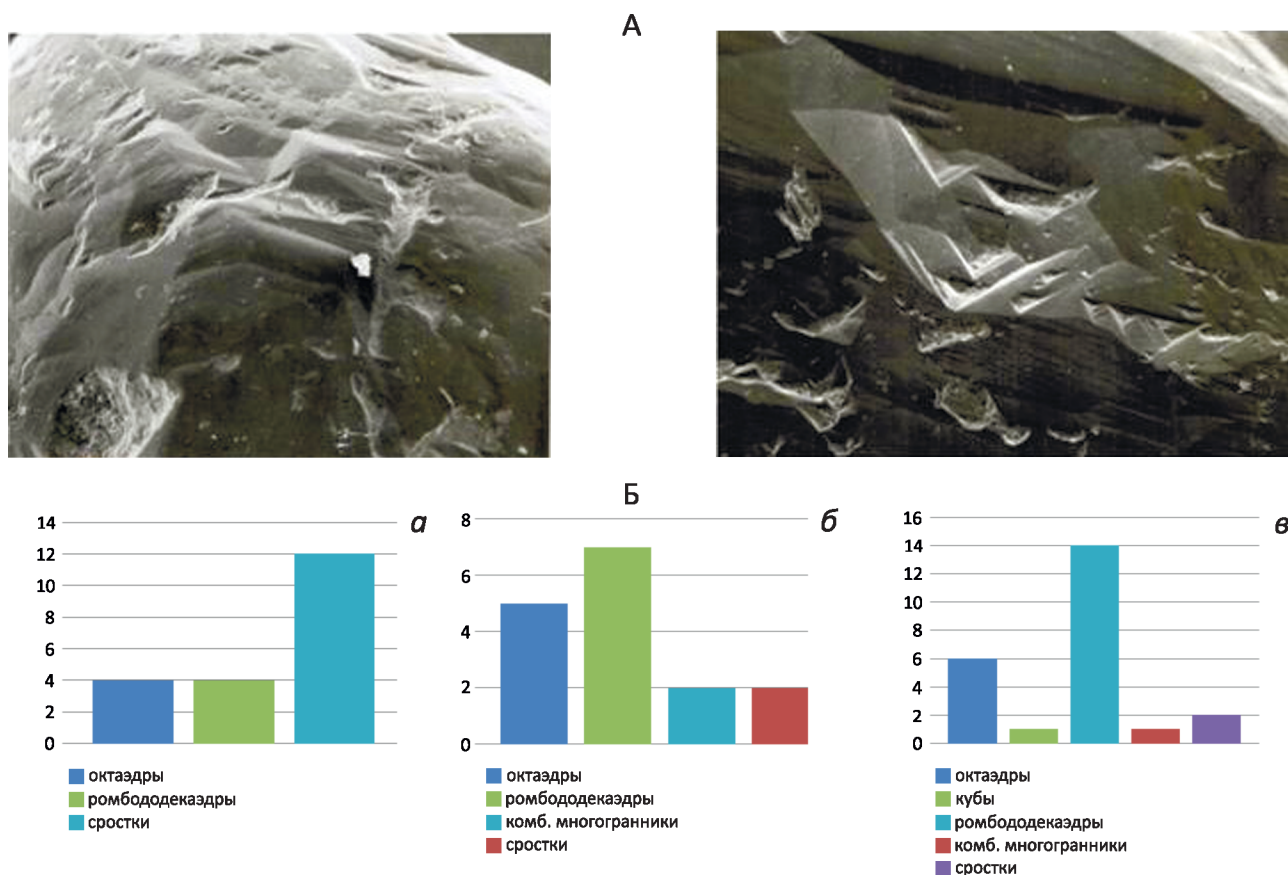


Рис. 2. Фрагменты поверхности кристаллов алмаза с механогенными царапинами и выбоинами (А) и распределение алмазов из россыпей по габитусным типам (Б): а - р. Биллях, б - р. Кангалас-Юсле, в - побережья моря Лаптевых

следами износа. Сравнение распределения габитусных типов кристаллов алмаза в россыпях с алмазами из лампроитов [11] и кимберлитов в Архангельской провинции [1] и в Якутии [13] показывает, что изученные алмазы имеют сходство с кимберлитами месторождения им. М.В.Ломоносова и с лампроитовыми. Сходство подтверждено и на основе изучения спектроскопических характеристик. Были исследованы 70 оптических спектров и выявлено преобладание (55%) кристаллов с дефектом N3 (полосы 413 и 476 нм), который наиболее распространен в природных алмазах из кимберлитов и лампроитов [28]. Для установления условий формирования россыпей и дальности переноса алмазов от первоисточника важны наличие и степень механического износа. Результаты, полученные при исследовании алмазов в РЭМ [10], показали, что поверхность кристаллов покрыта выбоинами (см. рис. 2, А). Наибольшее количество материала, содержащего истертые кристаллы, и материала с наибольшей коррозионной проработкой (каналы, трещины, примазки) отмечается в россыпях Кангалас-Юсле и Хатыгын-Уэлет. В речном потоке алмазы раскалываются, а не окатываются и не

истираются [12, 29]. Напротив, алмазы, поступившие в россыпи из коллекторов прибрежно-морского генезиса, имеют следы интенсивного механического износа. Следовательно, изученные россыпи имеют смешанный характер и образовались как за счет прямого сноса материала, так и за счет древних промежуточных коллекторов. Полученные результаты совпадают с более ранними данными [10], которые выявили различия в распределении разных типов кристаллов алмаза в изученных россыпях. Было установлено, что каждая из россыпей обладает своими особенностями морфологии алмазов, что может означать наличие разных источников сноса.

Минералогия рыхлых алмазоносных отложений. Особенности минерального состава рыхлых отложений также позволяют подойти к решению вопроса об их генезисе. Исследования методом ИК спектроскопии показали, что преобладающий в пробах темный минерал является шамозитом (Fe-хлоритом), рудные минералы представлены хромитом, а светлые зерна соответствуют монтмориллониту. Данные (55 обр.), полученные методом рентгенофазового анализа,

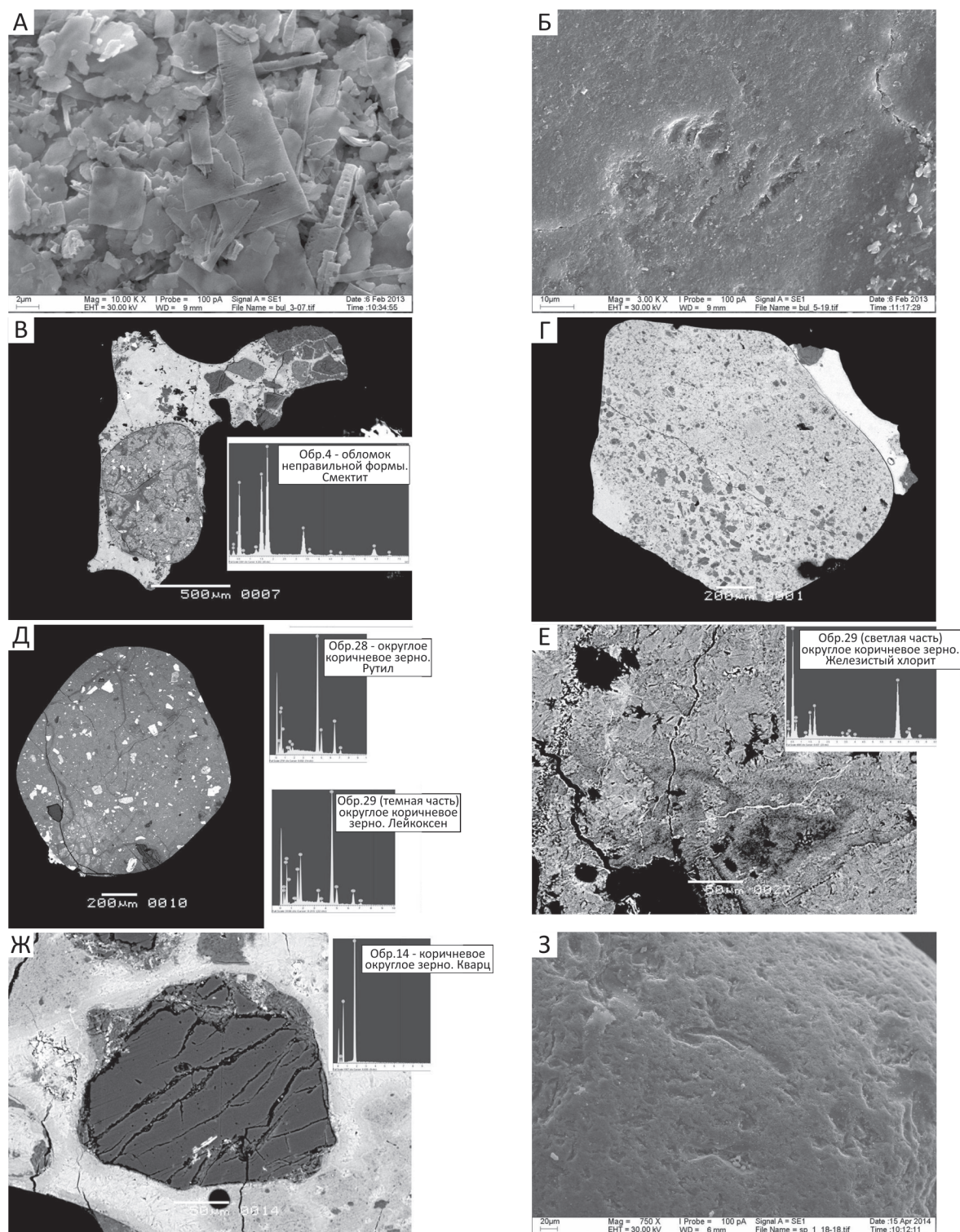


Рис. 3. Микроструктурные особенности изученных полиминеральных образцов рыхлых алмазоносных пород:

А – полиминеральный состав образца, видны остатки диатомовых водорослей; Б – следы механогенного износа на поверхности зерна; В – обломки пород, сложенные орштейновыми зёрнами ПШ и других устойчивых минералов, сцементированные скрытокристаллическим агрегатом слоистых силикатов и оксидов; Г – полиминеральное округлое зерно с включениями полевых шпатов; Д – полиминеральное округлое зерно с включениями рутила и лейкоксена; Е – крустификационная структура цемента литокластов; Ж – включение кремнезема в образцах полиминеральной породы литокластического облика; З – фрагмент поверхности граната с механогенными царапинами и выбоинами (обр. 1-18, р. Кютюнде)

1. Химический состав породообразующих минералов, слагающих изученные образцы рыхлых алмазоносных пород

Номер анализа	Минеральная фаза	Формула
1	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,4}\text{Mg}_{0,6})\text{Al}_{1,9}[(\text{Si}_{3,0}\text{Al}_{1,0})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
2	Альбит	$\text{Na}_{0,9}[(\text{Si}_{2,8}\text{Al}_{1,1}\text{Fe}_{0,2})\text{O}_8]$
3	Альбит	$\text{Na}_{1,0}[(\text{Si}_{3,0}\text{Al}_{1,0})\text{O}_8]$
5	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,0}\text{Mg}_{0,6})\text{Al}_{2,4}[(\text{Si}_{3,0}\text{Al}_{1,0})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
6	Альбит	$\text{Na}_{1,0}[(\text{Si}_{3,0}\text{Al}_{1,0})\text{O}_8]$
7	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,2}\text{Mg}_{0,8})\text{Al}_{1,9}\text{Fe}_{0,1}[(\text{Si}_{2,8}\text{Al}_{1,2})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
9	Пирит	$\text{Fe}_{1,0}\text{S}$
11	Кварц	$\text{Si}_{1,0}\text{O}_2$
15	Пирит	$\text{Fe}_{1,0}\text{S}$
18	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,7}\text{Mg}_{0,3})\text{Al}_{2,4}[(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
21	Рутил	$\text{Ti}_{1,0}\text{O}_2$
23	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,2}\text{Mg}_{0,8})\text{Al}_{1,8}\text{Fe}_{0,1}[(\text{Si}_{2,9}\text{Al}_{1,1})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
30	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,5}\text{Mg}_{0,5})\text{Al}_{2,3}[(\text{Si}_{3,5}\text{Al}_{0,5})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
31	Альбит	$\text{Na}_{0,9}[(\text{Si}_{2,9}\text{Al}_{1,1})\text{O}_8]$
45	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,4}\text{Mg}_{0,6})\text{Al}_{2,3}[(\text{Si}_{3,3}\text{Al}_{0,7})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
46	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,2}\text{Mg}_{0,8})\text{Fe}_{1,4}\text{Al}_{0,3}[(\text{Si}_{2,4}\text{Al}_{1,6})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$
47	Железистый хлорит	$(\text{Fe}_{3,4}\text{Mg}_{0,6})\text{Al}_{1,8}\text{Fe}_{0,1}[(\text{Si}_{3,1}\text{Al}_{0,9})\text{O}_{10}](\text{OH})_8$

также показали, что в пробах присутствуют шамозит и монтмориллонит. Метод *термического анализа* выявил эффекты, соответствующие удалению межслоевой и абсорбционной воды в монтмориллоните и опале, а также структурной (гидроксильной) воды из монтмориллонита и окислению Fe^{+2} в хлорите. Методом РЭМ в породах установлены полиминеральные микро- и скрытокристаллические агрегаты, в которых преобладающей фазой являются слоистые силикаты. Выявлены зерна кремнистого состава (рис. 3, А), которые имеют биогенное происхождение (диатомовые водоросли). Поверхности зерен (см. рис. 3, Б) несут на себе следы *механогенного износа* (царапины, выбоины, сколы). По изображениям в отраженных электронах установлены разные типы зерен. Преобладают полиминеральные округлые зерна с изометричными и овальными включениями (см. рис. 3, Г) или обломками полевых шпатов в тонкозернистой скрытокристаллической массе, состоящей из слоистых силикатов (см. рис. 3, В). Выявлены полиминеральные округлые зерна, сложенные скрытокристаллическим агрегатом слоистых минералов с включениями лейкоксена и рутила (см. рис. 3, Д). Установлены обломки пород (литокласты), сложенные зернами полевых шпатов округлой и неправильной формы, сцементированные скрытокристаллическими силикатами. Диагностированы включения пирита и кремнезема в полиминеральном литокласте (см. рис. 3, Ж), сложенном скрытокристаллическим агрегатом слоистых силикатов. Выявлены включения негомогенной

смеси вторичных оксидов Ti и Si, соответствующей лейкоксену. Установлено полифазное строение скорлуповатых частиц, цементирующих округлые зерна, слагающие конгломератовые агрегаты, и крустификационная структура цемента литокластов (см. рис. 3, Е). Результаты *количественного химического анализа* позволили выделить следующие минеральные фазы: кварц (?), железистый хлорит, рутил (?), альбит (табл. 1). Отклонения от стехиометрии полученных формул связаны с тем, что размеры выделений слишком малы, и в анализ вовлекается не только анализируемая фаза, но и окружающая ее минеральная подложка. Было установлено, что большая часть образцов состоит из полиминерального скрытокристаллического агрегата, точный химический состав которого рассчитать проблематично. По процентному содержанию оксидов можно предположить, что некоторые смеси соответствуют лейкоксену, а остальные смеси представляют собой полиминеральный агрегат, сложенный смешанослойными силикатами (железистым хлоритом, монтмориллонитом, гидрослюдами). Некоторые фазы неустойчивы и разрушаются под воздействием электронного пучка. Таким образом, изучение фазового и химического состава породообразующих минералов показывает, что рыхлые алмазоносные породы сложены зернами округлой и обломочной форм, имеющими разный минеральный состав (кварц, рутил, полевые шпаты, пирит, хлорит). Эти зерна сцементированы скрытокристаллическим агрегатом, состоящим из слоистых силикатов

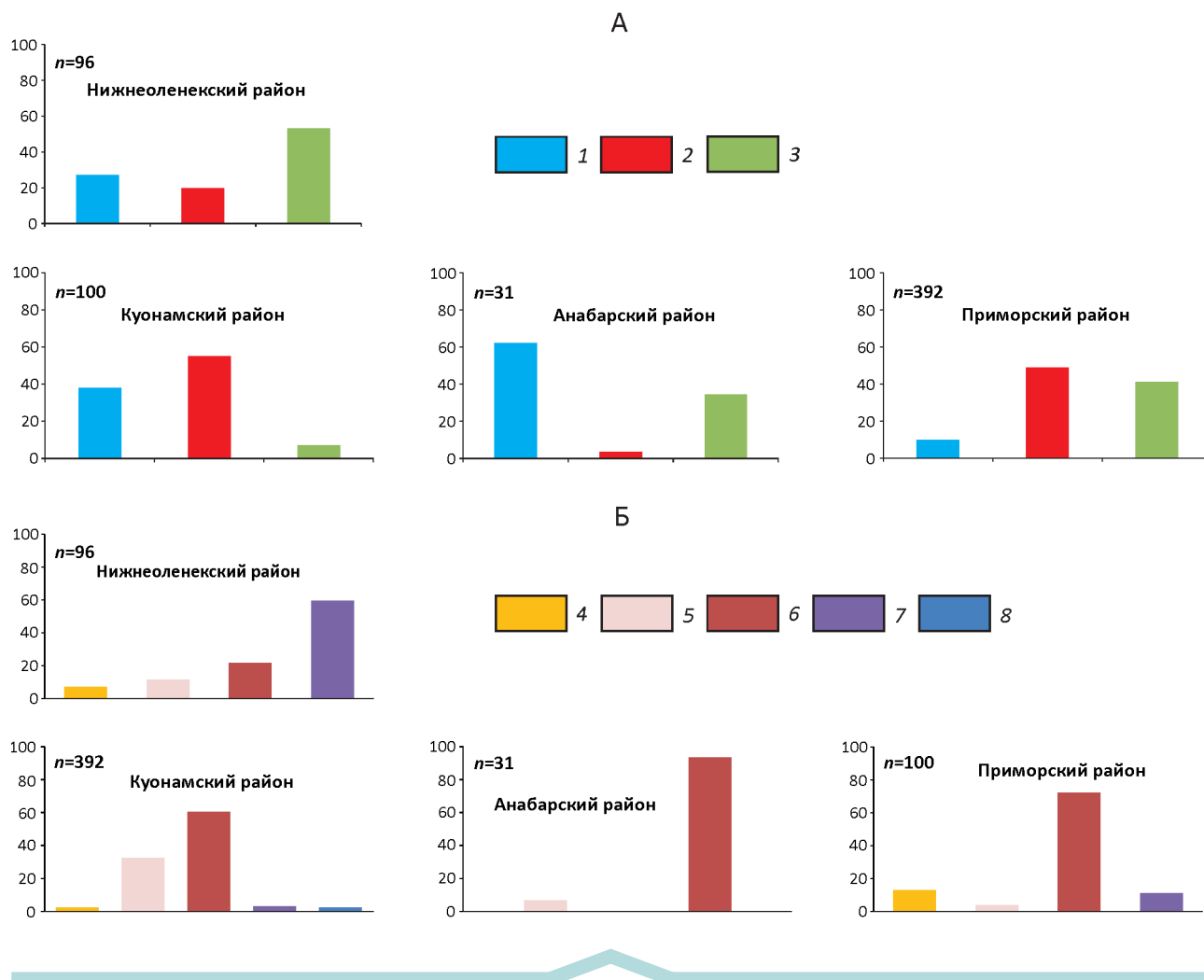


Рис. 4. Распределение зерен гранатов в изученных рыхлых алмазоносных отложениях по степени сохранности (А) и по цветовым группам (Б):

форма зерен гранатов: 1 – целые, 2 – обломки, 3 – осколки; цвета гранатов: 4 – оранжевые, 5 – розовые, 6 – лиловые, 7 – красные, 8 – коричневые; n – число изученных зерен

(хлорит, монтмориллонит, иллит), имеющих крустификационную текстуру. Они образуют конгломерат из округлых и раздробленных зерен со следами механогенной обработки.

Индикаторные минералы кимберлитов. Были изучены разные минералы-спутники алмаза. Среди *рудных минералов* выявлены целые округло-овальные зерна, иногда с элементами огранки. Гранаты из разных алмазоносных районов различаются по степени сохранности (рис. 4, А) и по распределению цветовых групп (см. рис. 4, Б). Гранаты Нижнеолёнского района в основном представлены *осколками* лилового цвета. В пробах из Анабарского района преобладают *целые* зерна пурпурно-красного цвета. В пробах из кряжа Чекановского чаще встречаются пурпурно-красные *обломки*. В пробах из Куонамского района найде-

ны обломки *буро-коричневого* цвета. По результатам исследований в РЭМ установлено несколько типов поверхности зерен: блестящая гладкая, шероховатая тонко-матированная, пирамидально-черепитчатая и ямчато-бугорчатая. Только осколки зерен не несут следов механогенного износа (царапины, выбоины, сколы), тогда как на поверхности остальных зерен из всех изученных проб такие следы были найдены (см. рис. 3, 3). Были установлены зерна в «рубашках» вторичных минералов и с келифитовой каймой. Полученные результаты свидетельствуют о множественности возможных первоисточников гранатов [36]. Эти выводы подтверждены результатами изучения *химического состава гранатов* (108 обр.). На парагенетической диаграмме (рис. 5, А), предложенной Н.В.Соболевым [33], большая часть анализов попадает в поле, отвечающее гранатам

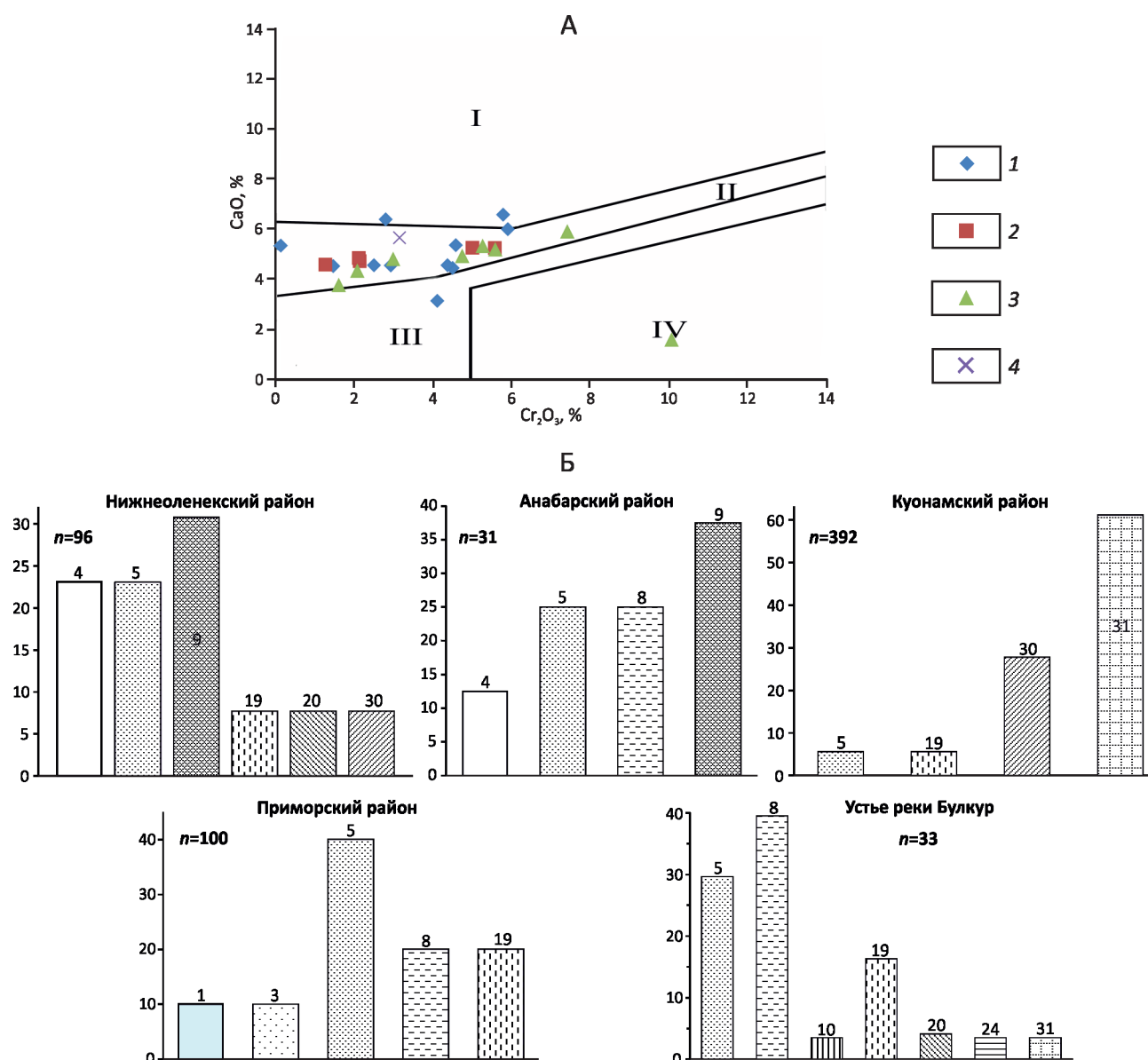


Рис. 5. Парагенетическая диаграмма Cr_2O_3 –CaO (в %) для изученных пиропов (А) и распределение зерен гранатов в изученных россыпях по химико-генетическим группам (Б):

районы: 1 – Анабарский, 2 – Куонамский, 3 – Нижнеолёнский, 4 – Приморский; поля составов пиропов: I – верлитового, II – лерцолитового, III – дунит-гарцбургитового, IV – алмазного дунит-гарцбургитового парагенезисов, по данным Н.В.Соболева [33]

лерцолитового парагенезиса. В поле IV, отвечающему алмазному дунит-гарцбургитовому парагенезису, попал только один анализ граната из проб Приморского района. Результаты дискриминантного анализа показали (см. рис. 5, Б), что составы гранатов из разных отложений соответствуют разным первоисточникам. Установлены следующие химико-генетические группы гранатов в соответствии с классификацией [2]: 3, 4, 5 – алмазные равномернозернистые лерцо-

литы с высоко-, средне- и низкохромистым гранатом, 8 – слабоалмазные равномернозернистые (часто катаклазированные) ильменитовые лерцолиты с низкохромистым титанистым гранатом, 9 – лерцолиты и вебстериты с низкохромистым гранатом, 19 – алмазные ильменит-рутиловые магнезиально-железистые эклогиты, 30 – эклогитоподобные породы, 31 – гранаты не кимберлитового генезиса. Распределение гранатов по группам указывает на относительно

2. Химический состав индикаторных минералов кимберлитов в изученных образцах рыхлых алмазоносных пород

Номер анализа	Минеральная фаза	Формула
1	Диопсид	$\text{Ca}_{0,9}\text{Mg}_{0,8}\text{Fe}_{0,2}\text{Ti}_{0,1}[\text{Si}_{1,9}\text{O}_6]$
2	Ферросилит	$\text{Fe}^{+2}_{1,0}\text{Mg}_{0,7}\text{Ca}_{0,1}\text{Fe}^{+3}_{0,3}[(\text{Si}_{1,7}\text{Al}_{0,1}\text{O}_6)]$
3	Гиперстен	$\text{Mg}_{0,9}\text{Fe}^{+2}_{0,7}\text{Fe}^{+3}_{0,2}[(\text{Si}_{1,5}\text{Al}_{0,6}\text{O}_6)]$
5	Гиперстен	$\text{Mg}_{1,2}\text{Fe}^{+2}_{0,8}[\text{Si}_{2,0}\text{O}_6]$
6	Гиперстен	$\text{Mg}_{1,2}\text{Fe}^{+2}_{0,8}[\text{Si}_{2,0}\text{O}_6]$
7	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,4})(\text{Cr}_{0,9}\text{Al}_{0,9}\text{Fe}_{0,1})$
9	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,5})(\text{Cr}_{1,1}\text{Fe}_{0,5}\text{Al}_{0,2}\text{Ti}_{0,1})$
11	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,5})(\text{Cr}_{1,2}\text{Fe}_{0,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{0,1})$
14	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,6}\text{Fe}_{0,5})(\text{Cr}_{1,2}\text{Fe}_{0,3}\text{Al}_{0,3}\text{Ti}_{0,1})$
15	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,5}\text{Fe}_{0,5})(\text{Cr}_{1,2}\text{Fe}_{0,3}\text{Al}_{0,4}\text{Ti}_{0,1})$
18	Хромшпинелид	$(\text{Mg}_{0,5}\text{Fe}_{0,5})(\text{Cr}_{1,0}\text{Al}_{0,4}\text{Fe}_{0,3}\text{Ti}_{0,1})$
21	Ильменит	$(\text{Fe}^{+2}_{0,5}\text{Mg}_{0,4})\text{Ti}_{0,9}\text{Fe}^{+3}_{0,2}$
23	Ильменит	$(\text{Fe}^{+2}_{0,6}\text{Mg}_{0,2})\text{Ti}_{0,9}\text{Fe}^{+3}_{0,3}$
30	Ильменит	$(\text{Fe}^{+2}_{0,9}\text{Mg}_{0,1})\text{Ti}_{1,0}$
31	Титаномагнетит	$\text{Fe}^{+2}_{1,0}(\text{Fe}^{+3}_{1,3}\text{Ti}_{0,7})$
34	Титаномагнетит	$\text{Fe}^{+2}_{1,0}(\text{Ti}_{1,1}\text{Fe}^{+3}_{0,9})$
40	Магнетит	$\text{Fe}^{+2}_{1,0}\text{Fe}^{+3}_{2,0}$
45	Магнетит	$\text{Fe}^{+2}_{1,0}\text{Fe}^{+3}_{2,0}$
46	Рутил	$\text{Ti}_{1,0}\text{O}_2$

высокую долю минералов из ильменитовых и эклогитовых парагенезисов (группы 8, 10, 19, 24). Такие гранаты не характерны для лампроитов и малоспутниковых кимберлитов группы II. Можно предположить и невысокую степень гипергенной проработки материала, поскольку такие гранаты неустойчивы в процессах гипергенеза. Для других минералов-спутников (ильмениты, хромшпинелиды, пироксены), составы которых представлены в таблице 2, также выделено несколько химико-генетических групп. Полученные результаты свидетельствуют о большой засоренности проб ксеногенным некимберлитовым материалом. Установлено только одно зерно ильменита из неалмазоносных перидотитов и энстатитов, а остальные не отвечают составу этого минерала из кимберлитов. Только один хромшпинелид попал в группу неалмазоносных перидотитов с низкохромистой шпинелью, а остальные – не кимберлитовые. Среди пироксенов, один анализ попал в группу алмазоносных ильменит-рутиловых магнезиально-железистых эклогитов, а остальные имеют не кимберлитовый генезис.

Сопоставительная характеристика рыхлых отложений и их возможных первоисточников. Состав алмазоносных грубообломочных образований карнийского яруса был изучен ранее [15, 21, 25]. В работе [25] предполагается, что эти породы, сложенные смесью вторичных слоистых силикатов, возникли в результате

замещения первичных минералов, слагавших протолит, представленный измененными вулканогенными туфами. Сопоставление данных, полученных в этих работах, с данными авторов настоящей публикации, позволяет выявить их сходство и различия. По данным авторов, основной фазой везде является железистый хлорит – шамозит, а второстепенные минералы представлены монтмориллонитом, оксидом кремния (кварц, опал), полевыми шпатами (альбит, сосюритизированные обломки калиевого полевого шпата, андезин), оксидами титана (рутил, лейкоксен). Оксиды и гидроксиды железа обнаружены в образцах из р. Малая Куонамка. В этих же объектах встречены обломки пироксенитовых пород, в которых состав пироксенов (см. табл. 2) и гранулитовая структура пород указывают на их метаморфический генезис. Также были установлены сростки граната с полевыми шпатами и кварцем. Такие сростки типичны для метаморфических сланцев. Хлорит, изученный авторами, отличается большим содержанием железа (шамозит, тюрингит) по сравнению с данными работы [25]. Такие минералы типичны для хлоритовых сланцев и образуются при замещении железистых пироксенов. Полученные данные показывают, что полиминеральный состав связующей массы и обломков в изученных рыхлых отложениях характерен для континентальных осадочных пород. Если бы изученные породы являлись вулканогенными туфами, то в их

составе преобладали бы минералы ультраосновных пород или минералы, их замещающие (серпентин, сапонит).

Это предположение хорошо согласуется с результатами изучения связующей массы кимберлитовых тел Якутии [14] и их сопоставлением с составом изученных рыхлых отложений. Выявляются существенные различия в минеральном составе пород, слагающих коренные тела и рыхлые отложения. Связующая масса коренных объектов сложена в основном кальцитом и серпентином, в то время как связующая масса изученных рыхлых пород представлена железистым хлоритом и монтмориллонитом, в которых присутствуют обломки минералов из разнообразных метаморфических и магматических пород, а также минералы-спутники алмаза. Для коренных тел Якутии, сложенных кимберлитами, характерно преобладание серпентин-кальцитовых, кальцит-серпентиновых и хлорит-серпентиновых ассоциаций и распространение Fe-Mg разновидностей флогопита [24]. Алмазоносные кимберлиты содержат в основном серпентин [14]. Представленные данные свидетельствуют о том, что хлоритсодержащие, с малым содержанием серпентина породы не могут являться материнскими для коренных источников алмазов.

Исходя из того, что изученные рыхлые отложения – это осадочные породы, сконцентрировавшие алмазы и минералы-спутники, встает вопрос о близости коренных источников. С этой точки зрения полезно рассмотреть особенности изменения морфологии и химического состава минералов-спутников алмаза при их переносе и переотложении. Соотношение гранатов, рудных минералов и их морфологические признаки меняются в зависимости от гидравлической дифференциации [4, 19] и указывают на удаленность коренного источника и условия формирования ореола (морские или континентальные). Алмаз и гранат лучше сохраняются при транспортировке, чем хромшпинелиды и ильменит. По результатам исследований авторов в изученных пробах отмечается практически полное отсутствие рудных спутников алмаза: хромитов и пикроильменита. Установлено одно зерно ильменита, отвечающее по составу минералу из неалмазоносных перидотитов и энстатитов, и одно зерно хромшпинелида из неалмазоносных перидотитов. Среди многочисленных зерен граната (619 зерен из квартованных проб) выявлено резкое доминирование красно-фиолетовых разновидностей над гранатами оранжевых оттенков. Преобладают осколки и обломки со следами механогенной обработки и гипергенной коррозии. Одновременное присутствие следов механогенного износа и гипергенной коррозии характерно для отложений *континентальных условий и дальнего переноса*, тогда как в прибрежно-морских условиях резко преобладают гранаты с формами истирания [3, 19, 37]. Полученные выводы частично согласуются с ранними данными. В работах [31] и [32] отмечается, что, с одной стороны, преобладающая часть пиропов

в рыхлых речных отложениях Северной Якутии представлена обломками неправильной формы. Целые зерна встречаются редко. С другой стороны, пиропы из триасовых россыпей участка Булкур отличаются по своим морфогенетическим характеристикам (С.А.Граханов и др, 2010). Они характеризуются широкими гранулометрическими и цветовыми спектрами. Это обломки и осколки трещиноватых зерен с поверхностями протоосколов и микрорельефом магматического растворения. Кубоидного и дислокационного типа растворения не наблюдается. Отмечаются фрагменты келифитовых кайм, что говорит о близости коренных первоисточников.

Различия между изученными объектами выявляются и при рассмотрении химического состава гранатов. В пробах из Анабарского и Нижнеолёнского районов преобладают разновидности, по составу соответствующие низкохромистым гранатам из лерцолитов и вебстеритов. В пробах из Приморского района отмечено большое количество разновидностей из алмазоносных лерцолитов. В пробах из кряжа Чекановского встречен гранат из высокоалмазоносных дунитов и гарцбургитов с высокими содержаниями кноррингитового минала. Среди гранатов из Куонамского района резко преобладают зерна некимберлитового генезиса. Из полученных данных можно сделать вывод о разных первоисточниках минералов-спутников алмаза в изученных объектах, что согласуется с литературными данными [8, 18, 23]. Другая ситуация отмечается для гранатов из карнийских россыпей, которые характеризуются полным спектром цветовых разновидностей [31]. Содержание гранатов эклогитового парагенезиса желтой и оранжевой окраски достигает трети. Выявлены пиропы, которые относятся к лерцолитовому, верлитовому и дунит-гарцбургитовому парагенезисам. Значительна доля (>20%) гранатов из алмазоносных эклогитов и низка (<2%) из алмазоносных дунитов и гарцбургитов, присутствуют высокохромистые субкальциевые пиропы, аналогичные включениям в алмазах.

Важные результаты получены при изучении *рудных минералов-спутников алмаза*. В изученных рыхлых отложениях их практически нет. Обнаружено только одно зерно хромита лерцолитового генезиса в пробах из кряжа Чекановского. Остальные зерна по составу отвечают магнетитам, титано-магнетитам и промежуточным членам ряда хромит-магнетит. Эти минералы встречаются и в кимберлитах, и в других типах пород. Сопоставление найденных зерен с минералами из кимберлитов [1, 33] показало, что шпинелиды и ильменит из рыхлых отложений не похожи по составу на минералы из кимберлитов. Таким образом, исследование минералов, сопутствующих алмазам в россыпях, показывает, что рыхлые алмазоносные отложения из бассейна моря Лаптевых сформировались за счет размыва различных коренных источников.

О типе возможного первоисточника можно судить по характеристикам *алмазов*. Изученные кристаллы

по морфологии и спектроскопии схожи с алмазами из лампроитов и кимберлитов. Алмазы додекаэдрического габитуса широко распространены [13] в трубках Накынского поля (Ботубинская трубка), Алакит-Мархинского поля (трубка Айхал), Далдынского поля (трубки Удачная Восточная и Удачная Западная). Однако в этих трубках суммарная доля октаэдрических кристаллов и сложных многогранников выше доли додекаэдрических кристаллов. В них практически отсутствуют сростки алмазов, относящиеся к V и VII разновидностям, по классификации Ю.Л. Орлова [22]. Возможные коренные источники изученных россыпных алмазов должны отличаться от этих трубок. Вероятно, они будут похожи на месторождения, установленные в Архангельской провинции (Золотицкое поле).

На основании проведенных исследований выявлены важные генетические особенности рыхлых алмазоносных отложений бассейна моря Лаптевых.

1. Изученные алмазоносные россыпи имеют смешанный характер и образовались как за счет прямого сноса материала, так и за счет древних промежуточных коллекторов. Алмазы в россыпях схожи с алмазным сырьем из трубок Золотицкого поля в Архангельской провинции и лампроитов Австралии.

2. Среди минералов-спутников алмаза преобладают гранаты, а рудные минералы (ильменит, хромиты) представлены единичными зернами или отсутствуют. Такие соотношения характерны для лампроитов, кимберлитов минерального типа 2 и для переотложенных вторичных коллекторов морского генезиса.

3. По особенностям минерального состава изученные отложения отнесены к полимиктовым конгломератам, не содержащим вулканогенных остатков. Такой состав не характерен для аллохимически переработанных ультраосновных пород.

4. Алмазы и зерна сопутствующих минералов несут следы механогенной обработки и гипергенной коррозии, характерные для переноса и переотложения материала в континентальных условиях. В отложениях много ксеногенных гранатов из пород фундамента и чехла, что подтверждает множественность источников сноса.

5. Изученные гранаты относятся к химико-генетическим группам, которые характеризуют убогоалмазоносные тела. Можно предположить, что алмазы и их спутники вынесены из разных первоисточников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Атлас* Морфогенез алмаза и минералов-спутников в кимберлитах и родственных породах Архангельской кимберлитовой провинции // Г.П. Кудрявцева, Т.В. Посухова, В.В. Вержак и др. – М.: Полярный круг, 2005.
2. *Архангельская алмазоносная провинция* (геология, петрография, геохимия и минералогия) // О.А. Богатиков, В.К. Гаранин, В.А. Кононова и др. – М.: Изд-во МГУ, 1999.
3. *Афанасьев В.П., Варламов Д.А., Гаранин В.К.* Зависимость износа кимберлитовых минералов от условий и дальности транспортировки // Геология и геофизика. № 10. 1984. С. 119–125.
4. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н.* Минералогические поиски месторождений алмазов: развитие, состояние, перспективы // Геология алмазов: прошлое, настоящее, будущее. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. С. 1291–1318.
5. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А.* Проблема докембрийской алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского ун-та. Геология. 2002. Вып. 1. С. 19–36.
6. *Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В.* О денудационном срезе на территории Анабарской антиклизы и сопредельных структур // Геология и полезные ископаемые Якутии. – Якутск: Изд-во ЯФ СО АН СССР, 1970. С. 65–66.
7. *Владыкин Н.В., Торбеева Т.С.* Лампроиты Томторского массива (Восточное Прианабарье) // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 10. С. 1038–1050.
8. *Граханов С.А.* Геологическое строение и алмазоносность россыпей севера Якутской алмазоносной провинции. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2000.
9. *Граханов С.А.* Россыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы и их коренные источники // Отечественная геология. 2006. № 5. С. 20–28.
10. *Дегтярева А.В., Посухова Т.В., Гаранин В.К.* Морфологические особенности россыпных алмазов из аллювиальных отложений бассейна р. Анабар и проблема их генезиса // Записки ВМО. 1994. № 1. С. 71–80.
11. *Джейкс А.И., Луис Д.Д., Смит К.Б.* Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии. – М.: Мир, 1989.
12. *Дьяков А.Г., Бартошинский З.В.* Транспортировка и характер износа алмазов аллювиальных россыпей Якутии // Тр. ЯФСО АН СССР. 1961. № 6. С. 123–135.
13. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы. – М.: «Недра-Бизнесцентр», 2003.
14. *Зинчук Н.Н., Лисковская Л.В.* Вторичные минералы основной массы кимберлитов Якутии // Геология алмаза – настоящее и будущее. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2005. С. 824–847.
15. *Источники поступления обломочного материала в карбийский алмазоносный горизонт северо-востока Сибирской платформы / Е.Ф. Летникова, С.С. Лобанов, Н.П. Похиленко и др. // Докл. РАН. 2013. Т. 451. № 2. С. 193–196.*
16. *Колганов В.Ф., Акишев А. Н.* Коренные месторождения алмазов Западной Якутии. Справочное пособие. – Новосибирск: Изд-во Гео, 2011.
17. *Константиновский А.А.* Нижнеленский погребенный массив и некоторые вопросы размещения кимберлитов на северо-востоке Сибирской платформы // Геотектоника. 1979. №1. С. 48–57.
18. *Метелкина М.П., Прокопчук Б.И.* Верхнепротерозойские конгломераты северо-востока Сибирской платформы – возможные промежуточные коллекторы алмазов // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 4. С. 75–83.
19. *Механический износ индикаторных минералов кимберлитов: экспериментальные исследования / В.П. Афанасьев, Е.И. Николенко, Н.С. Тычков Н.С. и др. // Геология и геофизика. 2008. Т. 49(2). С. 120–127.*
20. *Милашев В.А., Томазовская Ю.И.* Проявление щелочно-ультраосновного магматизма в прибрежной части моря Лаптевых // Кимберлитовый вулканизм и

- перспективы коренной алмазоносности северо-восточной части Сибирской платформы. – Л.: НИИГА, 1971. С. 127–133.
21. *Минералогические* критерии алмазоносности верхнетриасовых россыпей северо-восточной окраины Сибирской платформы / Н.В.Соболев, А.М.Логвинова, Е.И.Николенко, С.С.Лобанов // Геология и геофизика. 2015. Т. 54. № 8. С. 1162–1178.
 22. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. – М.: Наука, 1984.
 23. *Осадочно-вулканическая* природа основания карнийского яруса – источника алмазов северо-востока Сибирской платформы / С.А.Граханов, А.П.Смелов, К.Н.Егоров, Ю.К.Голубев // Отечественная геология. 2010. Вып. 5. С. 3–12.
 24. *Отходы* алмазодобывающей промышленности: минеральный состав и способы утилизации / Т.В.Посухова, С.А.Дорофеев, К.В.Гаранин, Гао Сяоин // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2013. № 2. С. 38–48.
 25. Павлушин А.Д., Граханов С.А., Смелов А.П. Парагенетические ассоциации минералов на поверхности кристаллов алмаза из отложений карнийского яруса северо-востока Сибирской платформы // Отечественная геология. 2010. Вып. 5. С. 45–51.
 26. *Полигенез* алмазов Сибирской платформы / В.П.Афанасьев, С.С.Лобанов, Н.П.Полипенко и др. // Геология и геофизика. 2011. Т. 52(3). С. 335–353.
 27. *Признаки* взрывно-обломочного карнийского горизонта Усть-Оленёцкого района (петрографо-геохимические данные) / В.Ф.Проскурнин, Н.П.Виноградова, А.В.Гавриш, М.В.Наумов // Геология и геофизика. 2012. Т. 53. № 6. С. 698–711.
 28. *Природные* алмазы России // П.П.Вечерин, В.В.Журавлев, В.Б.Квасков и др. – М.: Полярон, 1997.
 29. *Прокопчук Б.И.* Алмазные россыпи и методика их прогнозирования и поисков. – М.: Недра, 1979.
 30. *Россыпи* алмазов Мира / В.М.Подчасов, М.Н.Евсеев, В.Е.Минорин и др. – М.: Геоинформарк, 2005.
 31. *Россыпи* алмазов России // С.А.Граханов, В.И.Шаталов, В.А.Штыров и др. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2007.
 32. *Селиванова В.В.* Типоморфизм алмаза и его минералов-спутников из прибрежно-морских триасовых россыпей северного Верхоянья // Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. – М., 1991.
 33. *Соболев Н.В.* Глубинные включения в кимберлитах и проблема состава верхней мантии. – Новосибирск: Наука, 1974.
 34. *Типоморфизм* и изотопия триасовых туффзитов Булкурской антиклинали / С.А.Граханов, А.Е.Молотков, О.Б.Олейников, В.Д.Павлушин // Отечественная геология. 2015. № 5. С. 16–22.
 35. *Шкодзинский В.С.* Генезис россыпей с неизвестными коренными источниками алмазов // Отечественная геология. 2005. № 5. С. 27–33.
 36. *Bull P.A.* Glacial deposits identified by chattermark trails in detrital garnets // Cont. J. geology. 1977. № 5.
 37. *Simpson G.S.* Evidence of overgrowths and solution of detrital garnets // J. Sediment. 1976. P. 689–693.

Строение и условия формирования калийных солей западной части Верхнепечорского соленосного бассейна

А.К.ВИШНЯКОВ, М.С.ВАФИНА (ФГУП Центральный научно-исследовательский институт геологии нерудных полезных ископаемых (ЦНИИгеолнеруд); 420097, Россия, Татарстан, г. Казань, ул. Зинина, д. 4),
О.О.ИГНАТОВИЧ (ООО «Полярноуралгеология», г. Сыктывкар, ул. Громова, 75)

По новым материалам оценочных работ освещаются литологическое, тектоническое строение, условия формирования и вторичные преобразования толщи сильвинитовых и карналлитовых пород западной части Верхнепечорского соленосного бассейна.

Ключевые слова: бассейн, Верхнепечорский, строение, формирование, соли калийные.

Вишняков Андрей Константинович
Вафина Марианна Спиридоновна
Игнатович Олег Олегович



technology-geolnerud@yandex.ru

ignatovich@mireko.ru

Structure and formation conditions of potash salts, western part of verkhnepechorsky salt-bearing basin

A.K.VISHNYAKOV, M.S.VAFINA (FSUE Central Research Institute of Nonmetallic Mineral Geology),
O.O.IGNATOVICH (Polar Urals Geology LLC)

Based on new materials of evaluation work, lithological and tectonic structure, formation conditions and secondary transformation of the sylvinite and carnallite rocks strata in the western part of Verkhnepechorsky salt-bearing basin are discussed.

Key words: basin, Verkhnepechorsky, structure, formation, potash salts.

Впервые планомерные работы по поиску калийных солей в пределах Верхнепечорского соленосного бассейна были проведены Ю.П.Фойгтом (Ухтинское ТГУ 1961–1963 гг.). Основные материалы этих исследований были опубликованы А.А.Ивановым и М.Л.Вороновой [7], а также освещены в работах других авторов [1, 5]. Оценочные работы по Якшинскому месторождению калийных солей и материалы нефтепоисковых скважин легли в основу более детального изучения Западной части Верхнепечорского бассейна.

Верхнепечорский соленосный бассейн расположен в наиболее опущенной юго-центральной части Верхнепечорской впадины Предуральского краевого прогиба [15]. Он является крупной синклинальной структурой, которая в результате миграции краевого прогиба оказалась наложенной на восточную часть Русской платформы и сопряженных с ней участков щитов, сводов и авлакогенов протерозойско-архейского возраста [3]. Осадочный чехол представлен породами палеозоя, начиная с турнейского яруса нижнего карбона и до верхов уфимского яруса (погоженская свита). Последние перекрываются с размывом кайнозойскими ледниково-моренными отложениями немской свиты (неоген),

поверх которых развиты озерно-аллювиальные, аллювиально-делювиальные и аллювиальные четвертичные отложения.

Галогенные отложения относятся к иренскому горизонту (курьинская свита) нижней перми. Общая мощность соленосной толщи в западной части бассейна достигает 254 м, а в восточной – до 400 м и более.

Верхнепечорская впадина (как и расположенный в ней соленосный бассейн) характеризуется ассиметричным строением, обусловленным влиянием миграции на запад краевого прогиба воздымавшейся Палеоуральской горной системы. Рост горной системы всегда сопровождается возникновением складчато-надвиговых образований, которые и ограничивают впадину с востока. Для района соленосного бассейна – это зона курьинских антиклиналей, на восточных крыльях которых отмечаются разрывные нарушения надвигового типа. Анализ современных геоморфологических элементов дневной поверхности свидетельствует о том, что влияние Уральской горной системы продолжается в настоящее время и отображается в виде субмеридиональных участков современных речных долин и выявленных палеодолин [12, 13], которые, по-видимому,

приурочены к нарушениям (возможно, надвигово-го характера) осадочного чехла. С западной стороны Верхнепечорская впадина ограничена Джибельской структурой и Восточно-Тиманским мегавалом. Пересечение наложенной на Русскую платформу Верхнепечорской впадины и связанного с ней соленосного бассейна, древних субширотных нарушений рифейского фундамента обусловило её широтные ограничения: с севера – Среднепечорской, с юга – Полюдовской зоной поднятий (рис. 1).

Субширотные осложнения в краевых частях впадины и наличие в ее пределах субширотных участков речных долин свидетельствуют о возможном наличии подобных структур в фундаменте и внутри впадины. Поэтому по методике, ранее примененной для Верхнекамского месторождения калийных солей [3, 4], было проведено сопоставление с геоморфологическими элементами современной дневной поверхности, материалов по магнитным данным строения фундамента. Это позволило выявить аномалии, отражающие возможные особенности его строения, в виде субширотных и диагональных нарушений, предположительно типа сдвигов и сбросо-сдвигов (рис. 2). Часть выделенных нарушений пересекают территорию Якшинского месторождения калийных солей (см. рисунки 3, 4), разделяя его в основном на три зоны: северо-восточную (I), клиновидную западную (II) и южную (III). Заложение подобных нарушений по данным анализа развития их на востоке Русской платформы [2] могло произойти в рифее, с последующими фазами неоднократных возрождений в герцинский и альпийский циклы тектогенеза. В эти циклы блоки фундамента, ограниченные данными нарушениями, активизировались и в пермское время. Сами же нарушения отображались в породах осадочного чехла в активные периоды тектогенеза в виде ослабленных зон повышенной трещиноватости, в том числе и в галогенных отложениях, вызывая в них эпигенетические изменения за счёт миграции подсолёвых и надсолёвых вод.

Соленосная толща Верхнепечорского бассейна имеет пластовое строение. В её разрезе выделяются три литологические зоны: подстилающей каменной соли, калийно-магниевого солей и покровной каменной соли (рис. 5). Первая зона – переслаивание пластов каменной соли и галопелитовых пород. Последние представляют собой смесь пелитового материала водонерастворимых компонентов с галитом. Она подразделяется на четыре пачки по форме, цвету и составу включений, а также выдержанности, простиранию и мощности. По геофизическим данным в пределах этих пачек выделяются маркирующие горизонты ($МГ_1$ и $МГ_2$), представленные галопелитовой породой. Маркирующий горизонт $МГ_2$ – наиболее мощный (в среднем 18 м) расположен вблизи подошвы нижней пачки подстилающей каменной соли. Маркирующий горизонт $МГ_1$ находится в подо-

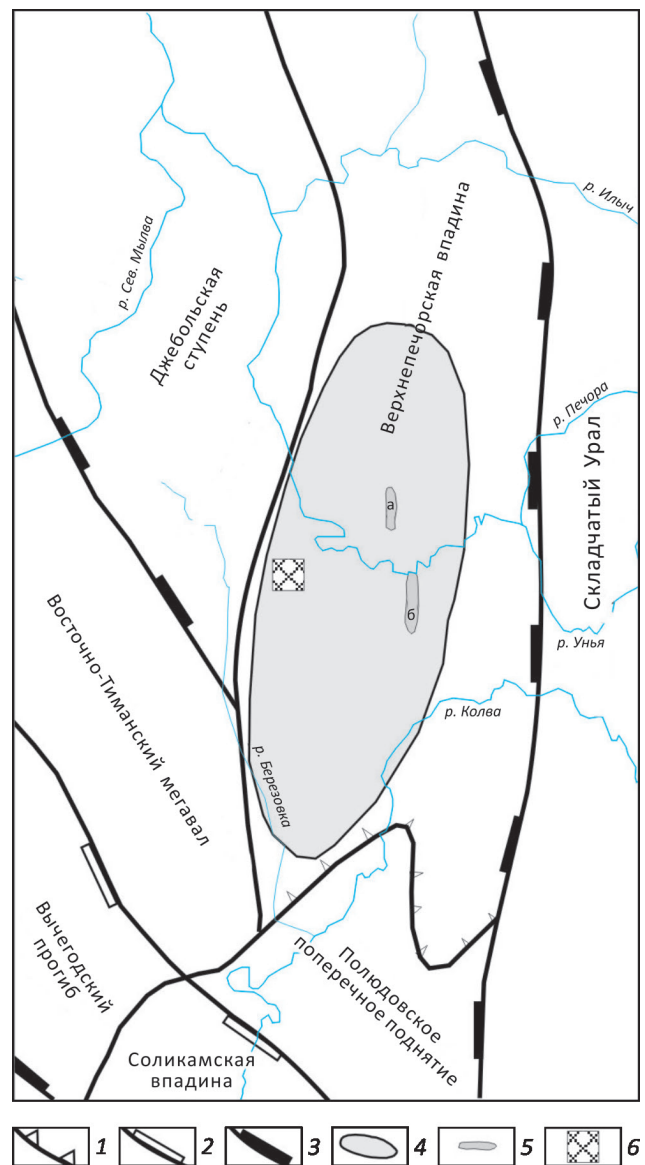


Рис. 1. Структурно-тектоническая схема южной части Верхнепечорской впадины. Составлена ГУП РК ТП, В.Н.Леденцовым (2013), с использованием материалов А.В.Иванова (1965), В.И.Богацкого (2007):

границы: 1 – структур I порядка, 2 – тектонических плит, 3 – надпорядковых структур; 4 – контур Верхнепечорского соленосного бассейна; 5 – контуры антиклиналей: а – Рассохинская, б – Курьинская; 6 – Якшинское месторождение калийно-магниевого солей

шве верхней четвертой пачки. Его средняя мощность 2,8 м. Полная мощность подстилающей каменной соли на западе бассейна составляет 157–218 м.

Границы зоны калийно-магниевого солей устанавливаются по кровле и подошве их крайних калиеносных пластов. Она представляет собой серию из 25 слоёв

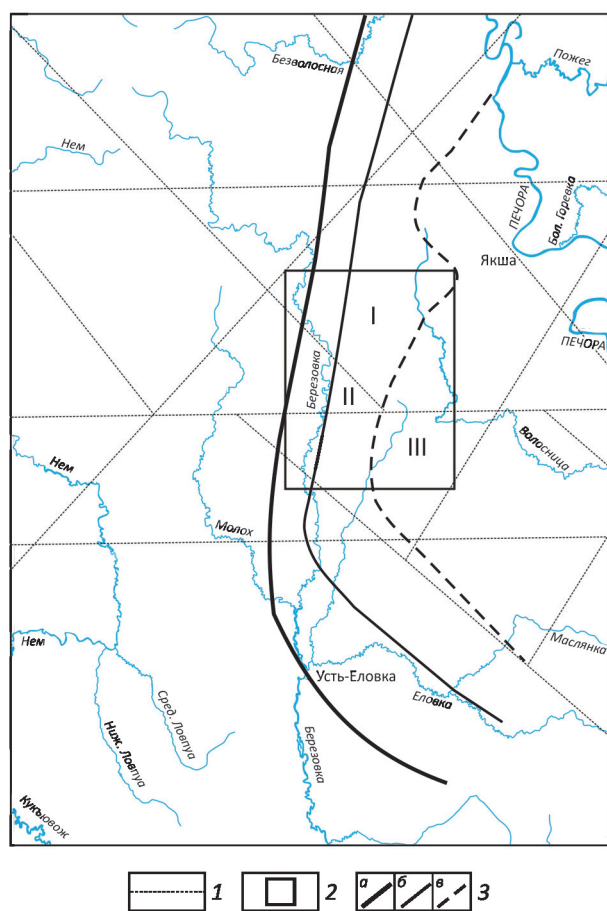


Рис. 2. Схематическая карта размещения возможных разломов фундамента в западной части Верхнепечорского соленосного бассейна. Составитель А.К.Вишняков:

1 – возможные разломы кристаллического фундамента; 2 – контур Якшинского участка; 3 – западные границы литолого-фациальных зон: а – калийно-магниевых отложений, б – карналлитовых пород в соленосной толще, в – сильвинитовых пород в соленосной толще; номера тектонических зон: I – центрально-северо-восточная, II – западная, III – южная

калийных и калийно-магниевых пород, чередующихся со слоями или более бедных подобных пород, или галит-галопелитовых пород и каменной соли. По геологическим и геофизическим параметрам эти слои объединены в 7 пластов, которые индексируются сверху вниз от 1 до 7. На северо-востоке месторождения, в одной из скважин выделяется восьмой пласт. Пласты разделяются межпластовой каменной солью, содержащей прослойки галопелитового материала. По литологическому составу калийно-магниева зона состоит из двух подзон: калийно-магниевой и калийной. Первая сложена в основном карналлитовыми породами. Мощность её колеблется от 29,5 до 44,7 м, составляя в среднем 37,1 м. Средние содержания составляют (в %): MgO –

6,99, K₂O – 10,04, нерастворимого остатка (Н.О.) – 7,58. Вторая зона сложена различного вида сильвинитами. Мощность подзоны изменяется от 13 до 30 м, составляя в среднем 21,5 м. Среднее содержание (в %): MgO – 0,25, K₂O – 13,0, Н.О. – 10,38. Характерная особенность разреза калийно-магниевой зоны – присутствие в ней большого количества водонерастворимой составляющей (в среднем 8,98%) в виде галопелитового материала. Общая мощность зоны калийно-магниевых солей достигает 74,7 м, составляя в среднем 38,8 м.

Зона покровной каменной соли развита повсеместно и представлена мелко-среднезернистой каменной солью с прослоями галопелитов. В верхней её части отмечается пласт калийных солей, индексируемый как верхний пласт (пласт ВП). Мощность его изменяется от 0,4 до 2,0 м (средняя 0,8 м). Западная граница пласта проходит восточнее общей границы развития калийных пластов на 2–4,5 км, местами достигая 10 км. Пласт представлен, в основном, сильвинитовой породой. Верхний пласт отделяется от толщи калийных солей зоной каменной соли мощностью в среднем 21 м. Общая мощность толщи покровной каменной соли в среднем составляет 39 м, за исключением той её части, которая расположена вблизи западной зоны выклинивания (возможно, выщелачивания) соленосной залежи, где её мощность сокращается до 0,4 м.

Все пласты калийно-магниевой зоны хорошо коррелируются как между собой, так и по всей территории западной части Верхнепечорского соленосного бассейна и разделены межпластовой каменной солью со слоями галит-галопелитовых пород. В зависимости от мощности они могут содержать различное количество составляющих их слоев калийных или калийно-магниевых пород и внутрипластовой каменной соли. В связи с постепенной миграцией краевого прогиба во времени на запад, в пределах Якшинского месторождения в этом же направлении отмечается увеличение мощностей калийных пластов вверх по разрезу. Так, в пределах Якшинского месторождения максимальные мощности для самого нижнего 7 пласта отмечаются в восточной и центральной частях I зоны; для 6 пласта – только в центральных частях зон I, II и III; для 5 пласта – максимальное прогибание смещается еще далее в западном направлении и фиксируется в центре западной зоны II, где оно продолжает существовать до времени отложения пласта 1. Отложение последнего характеризуется развитием повышенной мощности пласта на западных частях зон I и III, выделяемых в пределах месторождения.

В калийно-магниевой подзоне каждый пласт представлен как карналлитовыми породами, так и сильвинитами (см. рисунки 3–5). Вдоль западной границы сильвинитов в этих пластах отмечаются сильвин-карналлитовые и карналлит-сильвинитовые «смешанные» породы. Они представляют собой переслаивание слоев карналлитовой породы, сильвинита и каменной соли. В общем случае карналлитовые и «смешанные» породы

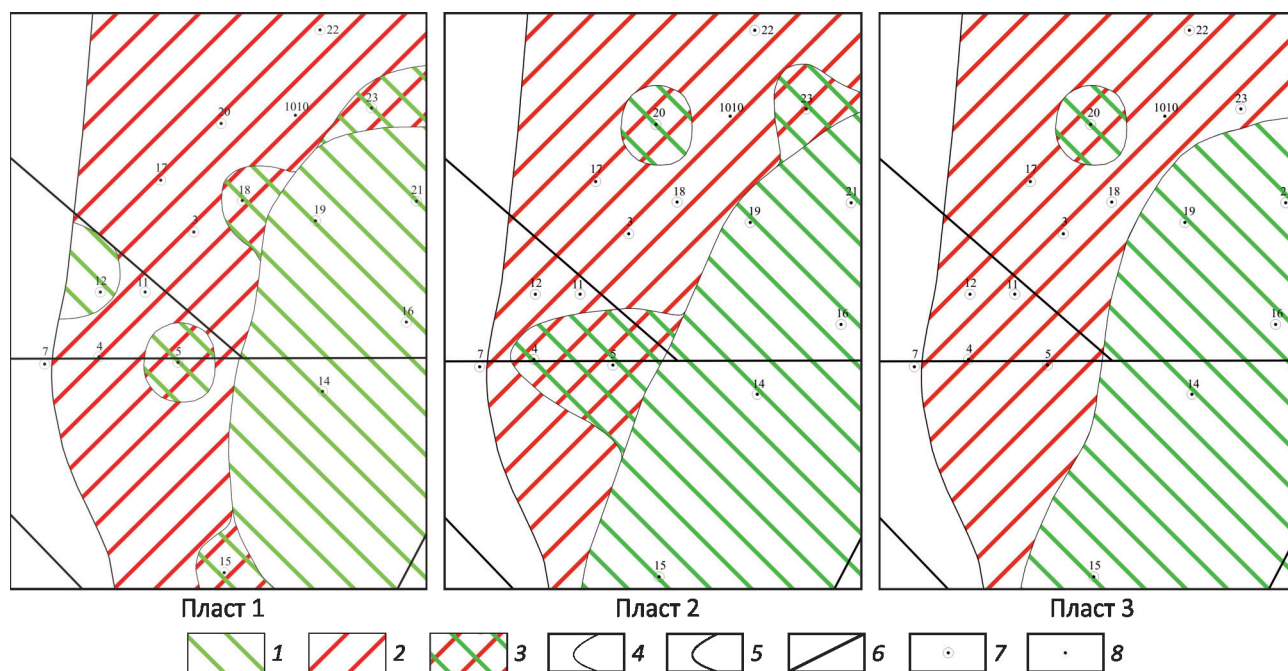


Рис. 3. Схематическая карта литологии пластов 1–3 калийных и калийно-магниевых солей в пределах Якшинского участка.
Составители А.К.Вишняков, М.С.Вафина:

состав: 1 – силвинитовый, 2 – карналлитовый, 3 – карналлит-силвинитовый; предполагаемая граница развития: 4 – пласта 3, 5 – калийных и калийно-магниевых пород; 6 – разрывные нарушения фундамента; скважины: 7 – оценочные, 8 – пробуренные предыдущими исследователями

свойственны для западной части соленосного бассейна, а силвинитовые – для восточной (см. рис. 2).

Карналлитовые породы характеризуются от слоистой до каркасно-ячеистой текстурой и от тонко-, крупнозернистой до гигантозернистой структурой. Как правило, им присуща окраска красных тонов (сургучно-буро-оранжевого цвета), но встречаются и перекристаллизованные бесцветные, зеленовато-желтые и лимонно-желтые разности. Слои карналлитовой породы нередко образуют мелкие складчатые формы. В некоторых случаях слои неравномерно раздроблены, и их обломки погружены с перемешиванием в общую породу пласта.

Силвиниты по характеру окраски, структурным и текстурным признакам относятся к двум основным разностям: силвинита с красной окраской различной интенсивности и пятнистого силвинита. Окраска красного силвина обусловлена беспорядочно рассеянными микровключениями гематитовых чешуек и гётитовых игл. Силвиниты с красной окраской характеризуются мелкозернистостью, имеют сложное строение, обусловленное чередованием прослоев силвина и галита (самый нижний седьмой пласт в основном представлен именно таким типом силвинитов). Для пятнистых силвинитов характерно присутствие

отдельных зерен карналлита. Эти породы характеризуются массивной, иногда брекчеевидной текстурой и среднезернистой структурой. Зёрна силвина представлены молочно-белой разностью, но могут быть прозрачны, реже жёлтыми. По периферии зерен силвина расположены буровато-красные каёмочки, красящее вещество которых представлено чешуйками гематита и иглами гётита. В этих породах для некоторых зёрен галита по их периферии иногда отмечается синяя и голубая окраски. Пятнистые силвиниты очень схожи с «пёстрыми» силвинитами Верхнекамского месторождения калийных солей, где они приурочены к пластам, также сложенным на одних участках карналлитовой породой, а на других – «пёстрыми» силвинитами.

В силвинитовой подзоне Якшинского месторождения установлен участок, где нижние пласты силвинитов полностью замещены каменной солью (см. рис. 4). В частности, в разрезе скв. 14 этим процессом охвачены три нижних пласта (5, 6 и 7), зона замещения которых постепенно уменьшается в размерах вверх по разрезу. Она расположена вблизи пересечения зон (диагональной с субширотной) нарушений кристаллического фундамента. Возможность воздействия мигрирующих по ним подсолевых вод подтверждается составом в замещённых пластах макро- и микроэлементов.

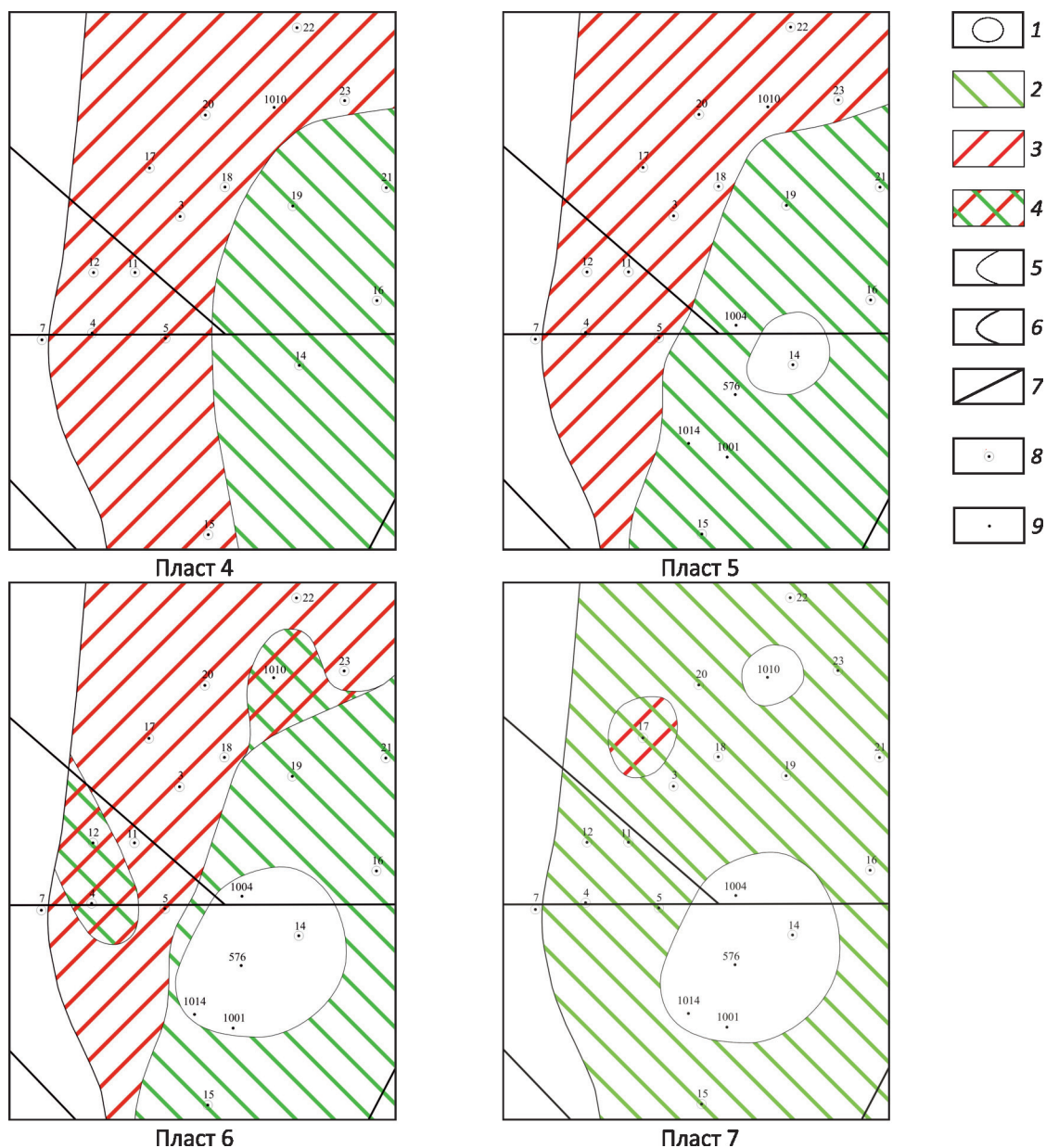


Рис. 4. Схематическая карта литологии пластов 4–7 калийных и калийно-магниевых солей в пределах Якшинского участка. Составители А.К.Вишняков, М.С.Вафина:

1 – зона замещения; состав: 2 – сильвинитовый, 3 – карналлитовый, 4 – карналлит-сильвинитовый; предполагаемая граница развития: 5 – калийных и калийно-магниевых пород, 6 – пластов; 7 – разрывные нарушения фундамента; скважины: 8 – оценочные, 9 – пробуренные предыдущими исследователями

Отмечаются повышенные содержания кальция (в виде ангидрита и доломита), бора, ванадия, стронция, бария и железа. Большая часть этих микроэлементов характерна для мигрирующих нефтяных вод. Кроме того, в изучаемом керне, соответствующем положению замещенных пластов, отмечалось наличие запаха битума, а при его расколе – запаха сероводорода. Местами порода имела брекчиевидную текстуру, обусловленную

наличием обломков доломитовых и галопелитовых прослоев, сцементированных разномерной каменной солью. Вся порода разбита субвертикальными трещинами, выполненными поперечно-шестоватым галитом. Ангидритовые желвакообразные включения местами гидратированы до гипса. В низах соленосной толщи под зоной замещений отмечается обильная пиритизация соляных пород.

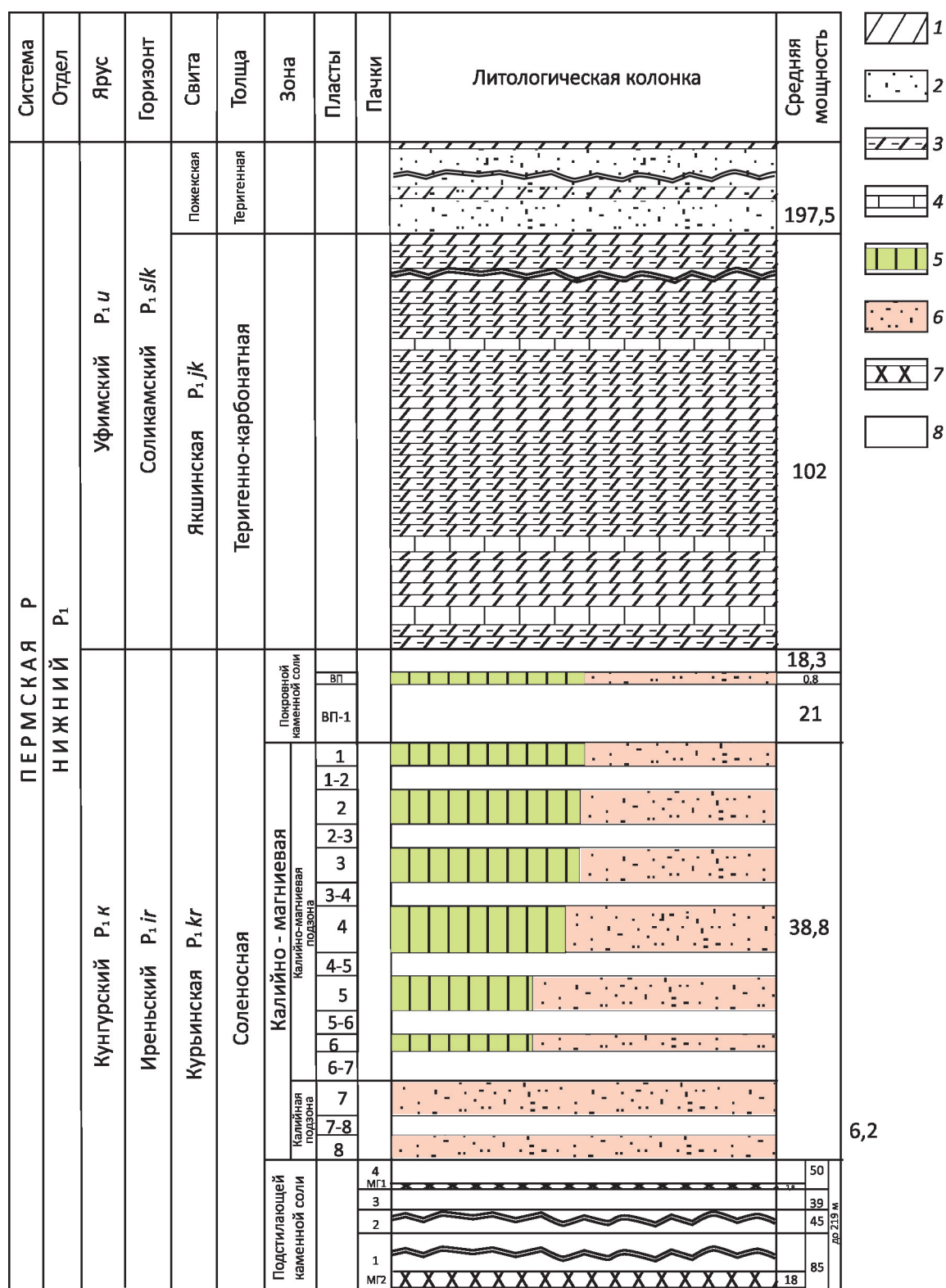


Рис. 5. Стратиграфическая колонка западной части Верхнепечорского бассейна. Составлена М.С.Вафиной, по материалам Якшинской партии:

1 – аргиллиты; 2 – пески; 3 – аргиллито-глинистая порода; 4 – карбонатные породы; 5 – карналлитовая порода; 6 – сильвиниты; 7 – гиалопелитовая порода; 8 – каменная соль

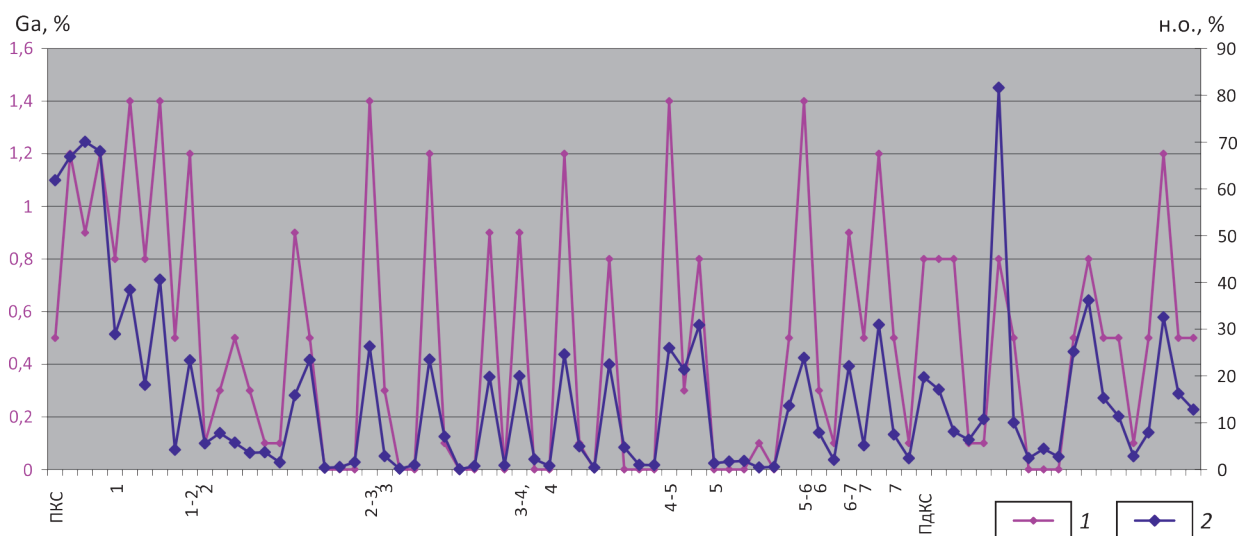


Рис. 6. График зависимости присутствия в соляных породах продуктивной толщи скв. 4 водонерастворимой составляющей и критерия поступления пресных вод – элемента Ga. Составила М.С.Вафина, по материалам аналитических исследований Н.А.Фроловой и Е.Б.Тимоной:

количество (в %): 1 – Ga и 2 – водонерастворимого остатка

Основную массу галопелитовой породы, широко развитой в соленосных отложениях Верхнепечорского бассейна, составляет пелитовый материал. По данным фазового рентгеноструктурного анализа он представлен (в порядке уменьшения содержания): ангидритом, доломитом, кварцем, калиевым полевым шпатом, магнезитом, иллитом, хлоритом, гематитом. Галопелитовый материал присутствует в виде рассеянных (межзерновых) включений и в виде прослоев. Накопление галопелитового материала неравномерно по площади, максимальные его мощности характеризуются локальностью. В общем плане повышенное содержание галопелитового материала отмечается для восточной части рассматриваемой территории. Вместе с тем, привнос повышенного его количества всегда обуславливал разубоживание рапы, что приводило к понижению содержания калийных и калийно-магниевого минералов в пласте. Возможно, такие участки являлись пониженными элементами палеорельефа дна солеродного бассейна, в пределах которых и осуществлялась усиленная седиментация пелитовых частиц. Конечно, основная масса сносимого терригенного материала отлагалась в предгорной части краевого прогиба [11, 14]. Однако достаточные объемы его достигали как внутренних, так и западных участков, где этот материал иногда полностью подавлял соляную седиментацию. Такое положение Верхнепечорского бассейна отразилось на литологических особенностях накопления его соленосной толщи. Даже в отложениях толщи калийных и калийно-магневых пород западной части соленосного

бассейна, в районе Якшинского месторождения, иногда суммарное содержание несолевой составляющей достигает 32,15% (скв. 23, межпласты 6–7). В периоды отложения калийно-магневых пластов влияние сноса терригенного материала значительно уменьшалось и составляло, в среднем, 6–8%, хотя на отдельных участках его отлагалось до 23–29% (скважины 16 и 4, пласты 2 и 1). О том, что терригенный материал поступал в соленосные бассейны, в основном, с речными водами, констатировали в своих работах многие авторы [7, 8, 10, 14]. Отмечается зависимость содержания данного материала в соляных породах от количества в них элемента галлия (рис. 6). Повышенное содержание последнего характерно только для пресных вод [2].

Верхнепечорский соленосный бассейн занимает самое крайнее – северное положение из всех соленосных бассейнов Предуралья в современном их выражении (рис. 7). Анализ строения соленосной толщи Косьвенско-Сылвенского и подсолевых толщ Верхнекамского и Верхнепечорского бассейнов свидетельствует о их значительной схожести. Так, для всех зон характерно наличие в нижней (базальной) пачке подстилающей каменной соли мощного пласта терригенно-хемогенных пород, который на Якшинском месторождении условно выделен как маркирующий горизонт $МГ_2$. В подошве верхней пачки подстилающей каменной соли в Верхнекамском и Верхнепечорском бассейнах выделяется другой, принятый основным, маркирующий горизонт, обозначенный для Якшинского месторождения как $МГ_1$. Этот горизонт, как и вся верхняя пачка, в

отложениях Косьвинско-Сылвенского бассейна отсутствует. Такое строение зоны подстилающей каменной соли всех этих бассейнов, с некоторым изменением ее разреза в северном направлении, свидетельствует о близких условиях ее соленакопления [6], что, возможно, было только в едином солеродном бассейне.

Со временем, с повышением солёности вод их поступление из промежуточных в единый солеродный бассейн уменьшалось. Одновременно сокращалась и зона отложения солей, что привело к отложению калийных солей (сильвинитов), в основном, только в бывшей центральной и северной частях единого солеродного бассейна (район Верхнекамского месторождения калийных солей и Верхнепечорского соленосного бассейна). При этом южная часть Верхнекамского месторождения представляла собой тупиковую часть калиеносного бассейна. В этой области осаждались сильвинитовые породы с наибольшим содержанием KCl – по всем пластам в среднем более 34%, тогда как в северной части – не более 18% [9]. Ко времени отложения калийно-магниевых (карналлитовых) солей поступление морских вод из промежуточных бассейнов в единый соленосный бассейн еще более уменьшалось. В центральной части бассейна, ставшего к этому времени его южной краевой частью, шло осаждение карналлитовых солей.

Дальнейшее сокращение площади единого солеродного бассейна привело к тому, что садка этих солей стала преобладать и в северной его части (современный район Верхнепечорской впадины). Таким образом, Верхнепечорская часть становится как бы конечным участком в развитии калиеносных отложений, возможно, единого солеродного бассейна северной части Предуральского краевого прогиба, питаемого из промежуточных бассейнов через Капеево-Каджеромский пролив и частично через Устьшугорский пролив. В отличие от южнее расположенного Верхнекамского и Косьвинско-Сылвенского участков единого бассейна, Верхнепечорский хоть и располагался в аридном климате, но был ближе к границе, за которой начинал преобладать умеренно-влажный гумидный климат. Относительная близость гумидной зоны сказалась и на проявлении вертикальной климатической зональности, воздымающейся на востоке Палеоуральской горной системы. Это обусловило повышенное поступление терригенного материала в район Верхнепечорского соленакопления.

Вместе с тем, наличие в строении соленосной толщи переслаивания слоев с различным содержанием терригенного материала свидетельствует о пульсирующем характере его поступления. Прерывистые тектонические воздействия обусловили не только неравномерный приток в солеродный бассейн пресных вод, несущих терригенный материал, но и обеспечивали ритмичное поступление в него измененных вод из промежуточных бассейнов.

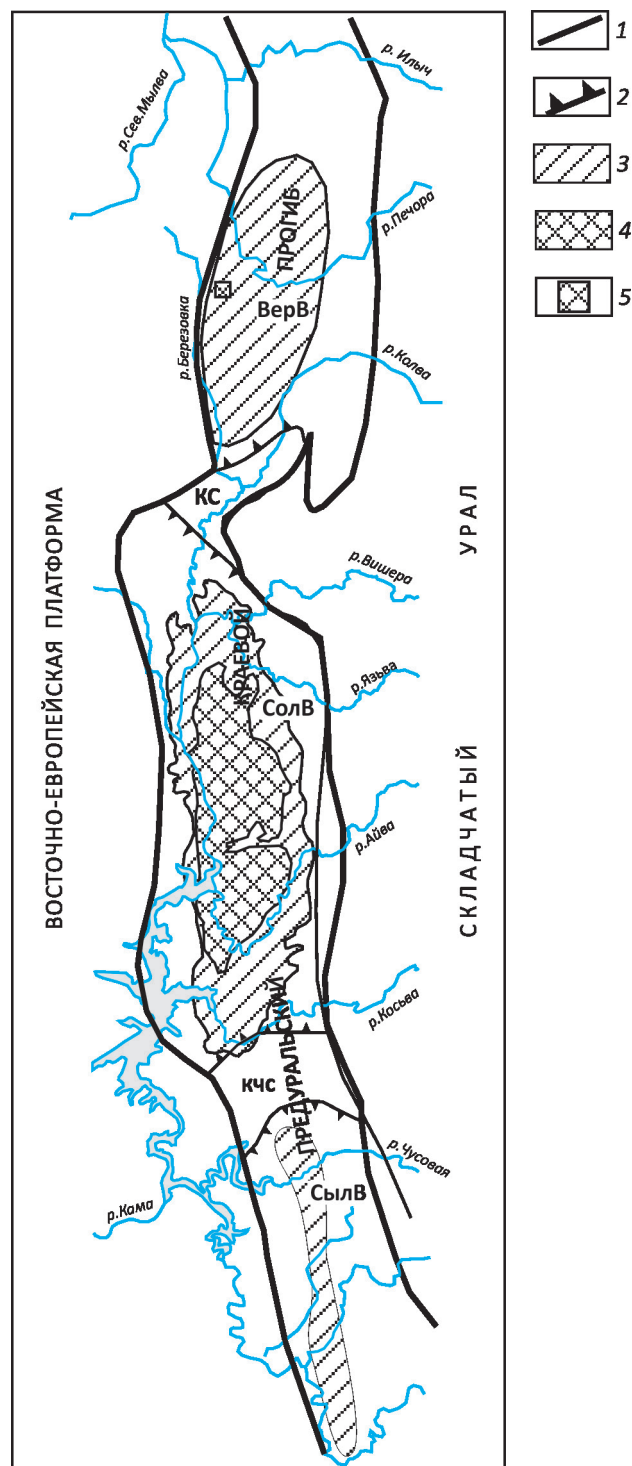


Рис. 7. Пермские соленосные бассейны Печоро-Камского Предуралья. Составитель А.К.Вишняков:

границы: 1 – Предуральского краевого прогиба, 2 – седловин и впадин (ВерВ – Верхнепечорская впадина, КС – Колвинская седловина, СолВ – Соликамская впадина, КЧС – Косьвинско-Чусовская седловина, СылВ – Сылвенская впадина); площади распространения: 3 – каменной соли, 4 – калийных и калийно-магниевых солей; 5 – Якшинское месторождение

О том, что на севере единого солеродного бассейна осуществлялась, в основном, садка калийно-магневых солей, особенно в пределах его западной окраины, в связи с миграцией краевого прогиба в этом направлении, свидетельствуют литология пластов продуктивной толщии Якшинского месторождения. В его пределах даже самый нижний сильвинитовый пласт 7, в западной части месторождения содержит совместно с сильвинитом включения карналлита. Это обусловило местами повышенное содержание в нем $MgCl_2$ (например, 2,35% в скв. № 17). Обычно же этот пласт практически не содержит $MgCl_2$ и представлен пестрыми, крупно-гигантозернистыми перекристаллизованными сильвинитами с ярко-красными или красновато-желтоватыми включениями и прослоями мелкозернистого сильвина.

По аналогии с Верхнекамским месторождением калийно-магневых солей, авторы придерживаются мнения Л.Е.Ходькова [16], что пестрые сильвиниты являются вторичными за счёт воздействия мигрирующих вод на уже отложившиеся карналлитовые породы.

Миграция осуществлялась по зонам повышенной трещиноватости (ослабленным) над тектоническими осложнениями фундамента [5] или осадочного чехла. По этим же зонам, видимо, осуществлялось площадное развитие «пестрых» сильвинитов за счет латеральной миграции подземных вод с Палеуральской суши [9]. Причем фронт таких замещений всегда сопровождался той или иной зоной «смешанных» солей, где происходило неполное замещение карналлита на вторичные сильвиниты.

По-видимому, аналогичное образование пестрых сильвинитов, наблюдаемых в пределах калийно-магневых пластов восточной части продуктивной толщии Якшинского месторождения, происходило во всем Верхнепечорском бассейне. Это позволяет предположить, что восточнее данного месторождения развитие таких вторичных сильвинитов может быть еще значительнее, и они будут охватывать там все выделенные на данном месторождении пласты, сложенные калийно-магневыми породами.

В районе Верхнепечорского солёного бассейна наиболее мощные отложения подстилающей каменной соли вскрыты в восточной его части, а наиболее мощные отложения карналлитовых пород – в западной (запад Якшинского месторождения). Поэтому по аналогии с Верхнекамским месторождением, где существует подобная зависимость, реально предположить, что в центральной части Верхнепечорского бассейна следует ожидать не только широкое развитие вторичных сильвинитов по карналлитовым породам, но и возможное развитие первичноосадочных пластов сильвинитов.

В последующие эпохи тектогенеза единый солеродный бассейн северной части современного Предуральского прогиба был разделен Колво-Вишерской

(с Полудовым кряжем) и Косвинско-Чусовской седловинами на ряд впадин, сохранивших в себе солёные отложения. Эти впадины выделяются в настоящее время как Косвинско-Сылвенский, Верхнекамский и Верхнепечорский солёные бассейны.

Таковы основные геологические особенности строения, условий накопления и преобразований солёных накоплений Верхнепечорского солёного бассейна в его западной части.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Богачкий В.И., Иванов А.В., Агулов С.Н.* Условия солёно-накопления в Верхнепечорском солёном бассейне Коми АССР // Проблемы солёнонакопления. Т. 2. – Новосибирск, 1977. С. 138–141.
2. *Валеев Р.Н.* Авлакогены Восточно-Европейской платформы. – М.: Недра, 1978.
3. *Валеев Р.Н., Вишняков А.К.* Тектоника и эпигенез галогенных отложений // Условия формирования и закономерности размещения месторождений нерудного минерального сырья Европейской части СССР. – Казань: Изд-во КГУ, 1976. С. 101–129.
4. *Вишняков А.К.* Вторичные (эпигенетические) изменения галогенной толщии Соликамской впадины // Строение и условия образования солёных формаций. – Новосибирск: Наука, 1981. С. 59–68.
5. *Высоцкий Э.А., Гарецкий Р.Г., Кислик В.З.* Калиеносные бассейны мира. – М.: Наука и техника, 1988.
6. *Иванов А.А.* Пермские солёные бассейны Печоро-Камского Предуралья. – Новосибирск, 1965.
7. *Иванов А.А., Воронова М.Л.* Геология Верхнепечорского солёного бассейна и его калиеносность / Геология соляных и калийных месторождений // Тр. ВСЕГЕИ. Т. 161. – Л., С. 3–79.
8. *Иванов А.В., Воронова М.А.* Верхнекамское месторождение калийных солей. – Л.: Недра, 1975.
9. *Копнин В.И.* Верхнекамское месторождение калийных, калийно-магневых и каменных солей и природных рассолов // Изв. вузов. Горный журнал. № 6. 1995. С. 10–43.
10. *Муравьев И.С.* Стратиграфия и условия формирования Приуралья. – Казань: КГУ, 1972.
11. *Сатин В.Е.* Древняя гидрографическая сеть Печоро-Камского междуречья // Возраст и генезис переуглублений на шельфе и история развития речных долин. – Л.: Наука, 1984. С. 130–134.
12. *Сауков А.А., Борисенко Л.А.* Геохимический цикл галлия / Геохимические циклы // Международный геологический конгресс. XXI сессия. Доклады советских геологов. Проблема 1. – М.: Госгеолтехиздат, 1960.
13. *Сиднев А.В.* История развития гидрографической сети плиоцена в Приуралье. – М.: Наука, 1985.
14. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. 3. – М., 1962.
15. *Тектоническая карта Печорской плиты* // Научные доклады. – Сыктывкар: Коми НЦ УрОРАН, 1985. Вып. 142.
16. *Ходьков А.Е.* О происхождении замещенных зон на Верхнекамском месторождении // Труды ВНИИГ. 1956. Вып. 32. С. 314.

Доминирующая роль обновленных на новейшем этапе тектонических нарушений при формировании и размещении зон сосредоточения подземных вод и рассолов

А.Г.СОКОЛОВ, Е.Б.САВИЛОВА (Оренбургский государственный университет (ОГУ); 460018, г. Оренбург, проспект Победы, 13)

Рассмотрены подземные воды как один из флюидов, заполняющих пласты-коллекторы. Тектонические нарушения служат путями транспортировки флюидов, включая воду. Закономерности, установленные для нефти и газа в приразломных зонах, в размещении, сохранности, миграции, накоплении, следует перенести на подземные воды.

Ключевые слова: подземные воды, тектонические нарушения, размещение, сохранность, миграция, накопление.

Соколов Александр Григорьевич
Савилова Елена Борисовна



sokolov_sag@mail.ru
savilova-2006@yandex.ru

The dominant role of tectonic dislocations renovated at the latest stage in the formation and location of underground water and brine concentration zones

A.G.SOKOLOV, E.B.SAVILOVA (Orenburg State University)

Groundwater is considered as one of the fluids saturating the reservoirs. Tectonic faults serve as a ways to transport fluids including water. The laws established for oil and gas in offshore areas in placement, preservation, migration, and accumulation should be extrapolated to the groundwater.

Key words: groundwater, tectonic faults, placement, preservation, migration, accumulation.

Если рассматривать подземные воды как один из флюидов, заполняющих пласты-коллекторы, то определенные закономерности, установленные в направлениях размещения, сохранности, миграции, накопления углеводородов (УВ), следует перенести и на подземные воды (растворы, рассолы), постоянно сопутствующие месторождениям нефти, газа и конденсата. Вода является активным агентом, воздействующим на залежи углеводородов:

создает почти всегда горизонтальную границу, изолирующую залежь от незалежи (ВНК, ГВК);

подпирает газонефтяной флюид, заставляя мигрировать более легкие составляющие по восстанию слоев, занимать самое высокое положение в ловушках.

Вода легко перемещается в трещиноватых породах, поэтому тектонические нарушения, сопровождающиеся, как правило, разуплотнением в зоне нарушения, создают основные пути ее вертикальной миграции. Вместе с водой по трещинам горных пород мигрируют углеводороды.

Полагаем, что разновидности ловушек УВ в приразломных зонах также свойственны и резервуарам пластовой воды. Благодаря движениям блоков земной коры тектонические нарушения создают благоприятные ус-

ловия для образования трещинных коллекторов различного типа: в приразломных валах, структурно-дизъюнктивных, тектонически-экранированных, блоковых и других. Тектонические нарушения характеризуются повышенным тепловым потоком, зонами разуплотнения пород, которые способствуют формированию зон сосредоточения подземных вод. Все это позволяет считать, что наиболее протяженные и высокоамплитудные тектонические нарушения, обновленные на новейшем этапе своего развития, контролируют распространение зон сосредоточения подземных вод.

К методике выделения тектонических нарушений на основе сейсмических критериев. Основной инструмент для выявления тектонических нарушений в платформенных условиях Оренбуржья – сейсморазведка, потому что благодаря временным сейсмическим разрезам можно визуализировать внутреннее строение среды. Временной разрез является аналогом глубинного разреза. Разница заключается лишь в том, что одна из координатных осей вместо глубины обозначает время прихода отраженной волны на поверхность наблюдения – земную поверхность.

Характер волновой картины создает определенный образ тектонического нарушения [5]:

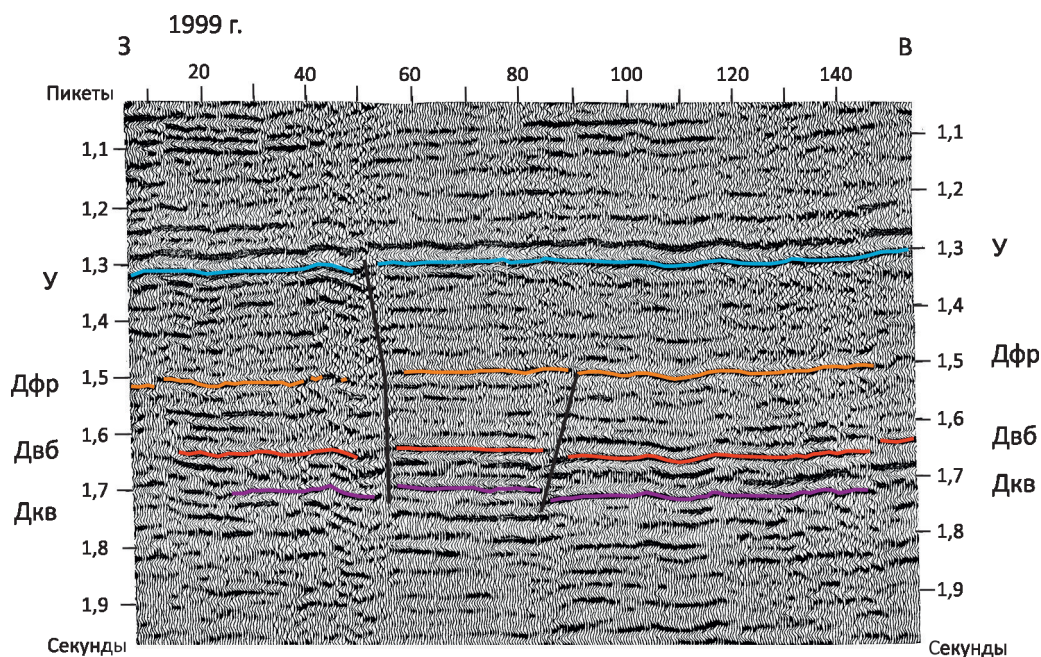


Рис. 1. Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, Писаревская площадь с.п. 18/99, ОАО Татнефтегеофизика, Л.К.Петрова:

примеры погребенных тектонических нарушений: ПК 50 проявляется в девонском и карбонатном комплексах отложений (по-видимому, в карбоне подновлялось), ПК 80 проявляется только в терригенно-карбонатном девоне; нарушения опознаются по смещению отражающих горизонтов; индексы отражающих горизонтов вдоль временной шкалы разреза указывают на их стратиграфическую приуроченность: У – кровля бобриковского горизонта, Дфр – кровля франского яруса, Двб – кровля воробьевского горизонта, Дкв – кровля койвенского горизонта

ступенеобразное смещение отражающих горизонтов (рис. 1);

крутые флексурообразные перегибы отражающих горизонтов (рис. 2);

субвертикальные зоны резкого затухания сейсмической записи (рис. 3).

Проблема выделения по временным разрезам заключается в том, что только высокоамплитудные разломы (десяtkи–сотни метров) при оптимальном, ортогональном направлении профиля относительно нарушения имеют вид, как на представленных рисунках 1–3.

При выделении малоамплитудных разломов (первые десятки метров и менее 10 м) однозначность резко снижается. Поэтому разработан ряд методических приемов [5]:

1. Построение топонимических схем (рис. 4).
2. Построение палеовременных разрезов (рис. 5).
3. Построение карт изохрон интервального времени.

Наиболее полно преимущества сейсмической информации используются в технологиях 3Д – пространственной сейсморазведки. На рис. 6 представлен пример обработки горизонтального среза куба информации 3Д, на котором явно проявляются тектонические нарушения.

Построение карт тектонических нарушений в качестве основы для прогноза зон сосредоточения подземных вод. Карта тектонических нарушений, составленная к монографии [5], может быть использована для характеристики подземных резервуаров пластовых вод, контролируемых тектоническими нарушениями (рис. 7). Наиболее существенными с точки зрения водопроявления, по мнению авторов данной публикации, являются тектонические нарушения 1 и 2 рангов.

Разломы 1 ранга контролируют самые древние резервуары (протерозойские). Они являются, как правило, сквозными, так как активизировались и подновлялись в течение всего геологического времени. Разломы 2 ранга проявлялись в определенные фазы тектогенеза [3]. Последующим осадконакоплением смещение блоков нивелировалось. Вверх по разрезу смещение блоков выполаживалось и сходило на нет. Такие разломы контролируют резервуары воды только в том стратиграфическом диапазоне, в котором происходил тектогенез (погребенные воды). На представленной карте (см. рис. 7) показаны тектонические нарушения, проявившиеся в наиболее активную фазу тектогенеза – девонскую. Поэтому разломы 2 ранга являются погребенными и контролируют распределение водных резервуаров девонского времени.

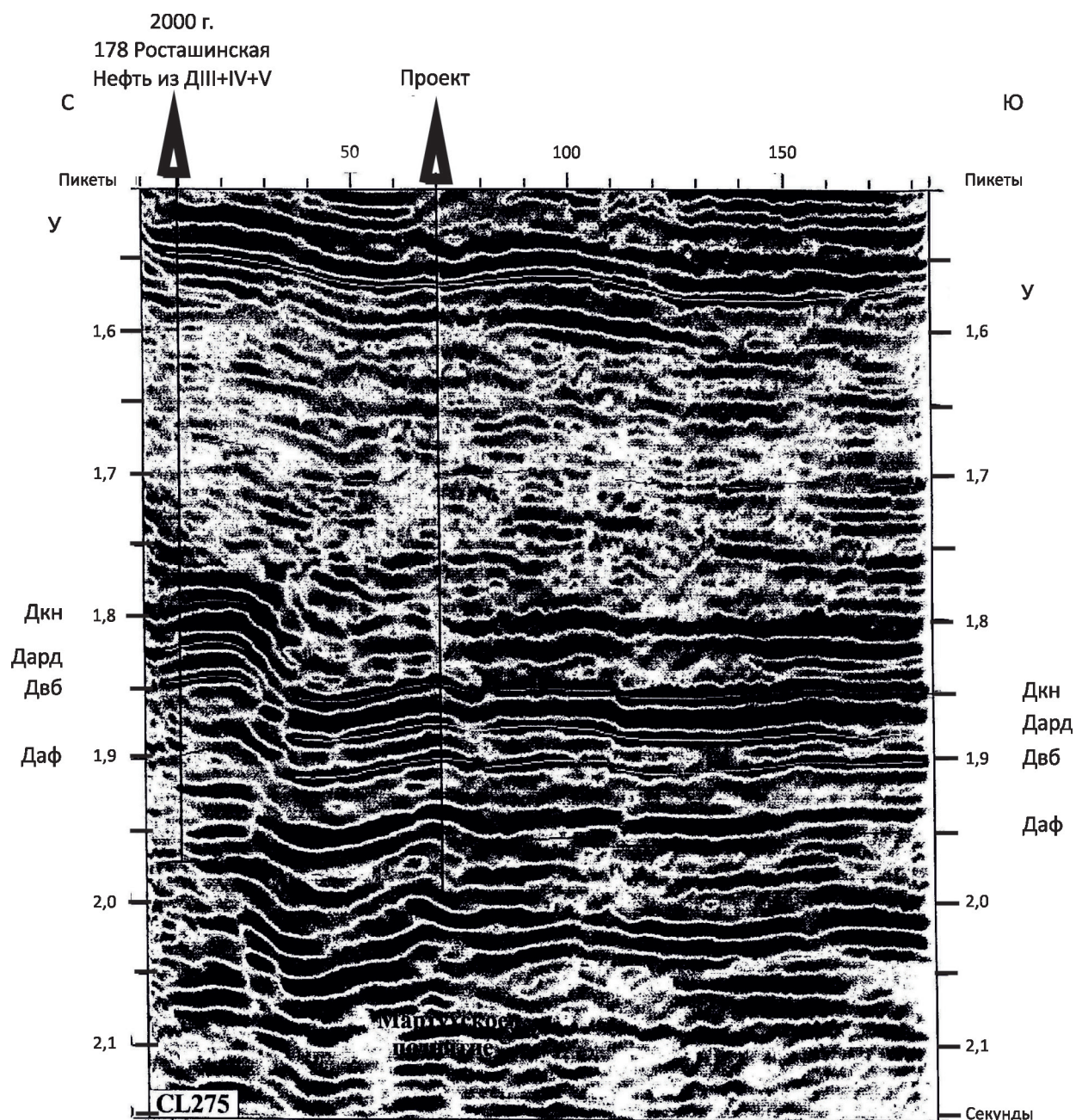


Рис. 2. Южное погружение Бузулукской впадины, Камелик-Чаганская система разломов; вертикальный срез сейсмического куба данных (crossline 275) Новособелевской с.п. 9/2000-5 ОАО Татнефтегеофизика, В.И. Устимов:

пример погребенного тектонического нарушения типа сброс, выраженного крутой флексурой плюс смещением отражающих горизонтов в карбонатно-терригенном девоне; индексы отражающих горизонтов вдоль временной шкалы разреза указывают на их стратиграфическую приуроченность: У – кровля бобриковского горизонта, Дкн – кровля кыновского горизонта, Дард – кровля ардатовского горизонта, Двб – кровля воробьевского горизонта, Даф – кровля афонинского горизонта

Критерии поиска зон сосредоточения подземных вод могут базироваться на классификации ловушек нефти и газа И.А.Денцкевича (1997). Среди всего разнообразия интересна группа ловушек, в

основе формирования которых лежат разрывные нарушения:

1) антиклинальные со сквозными структурными зонами типа Большекинского вала;

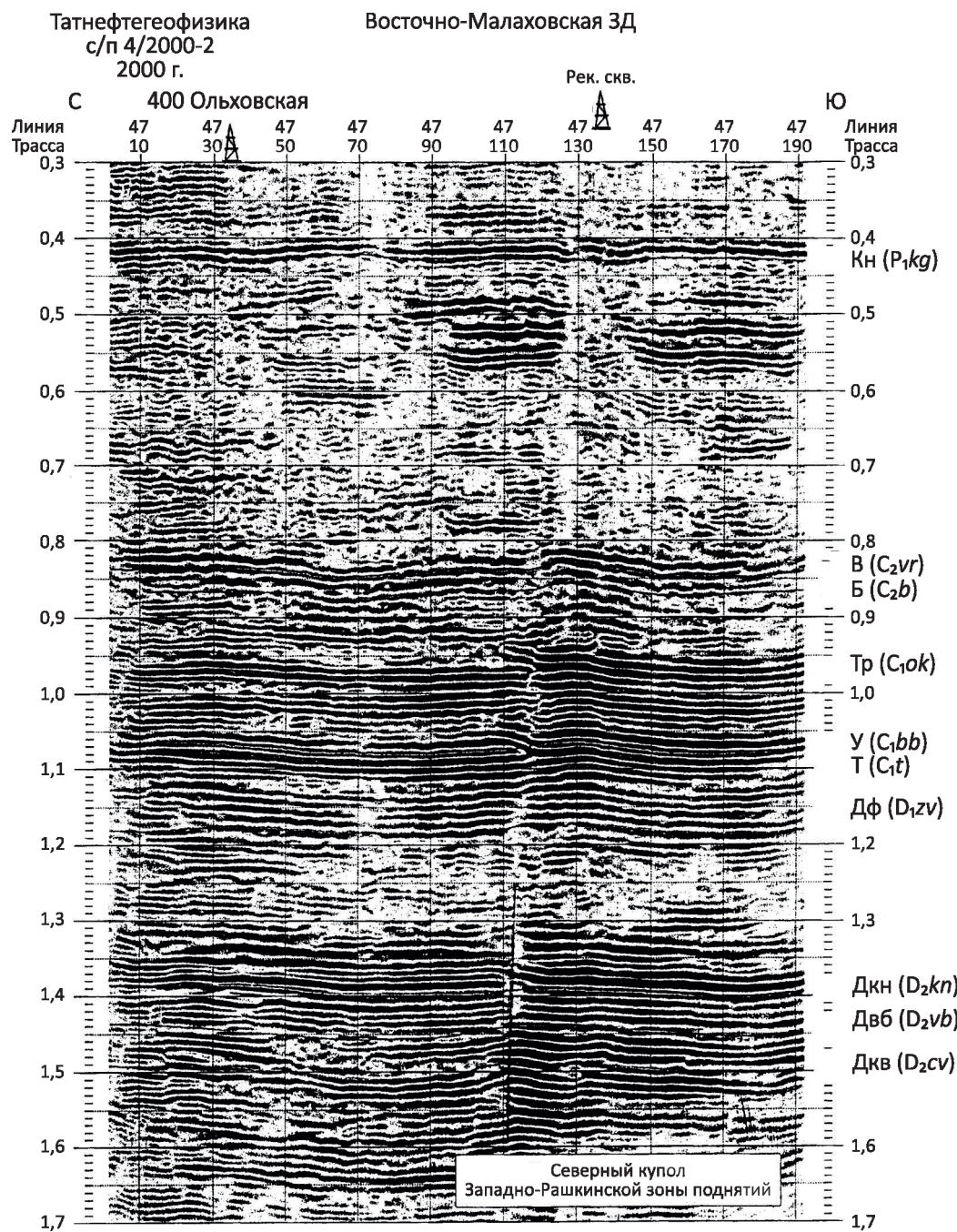


Рис. 3. Восточно-Оренбургское сводовое поднятие Вертикальный срез куба сейсмических данных по линии 47 Восточно-Малаховской с.п. 4/2000-2 ОАО Татнефтегеофизика, Л.К.Петрова:

пример сквозной тектонической зоны, затрагивающей всю осадочную толщу; проявляется в виде смещения по отражающим горизонтам девона и карбона и виде узкой зоны затухания сейсмической записи в отложениях перми; индексы отражающих горизонтов вдоль временной шкалы разреза указывают на их стратиграфическую приуроченность: Кн (P_1kg) – кровля кунгурского яруса, В (C_2vr) – кровля верейского горизонта, Б (C_2b) – кровля башкирского яруса, Тр (C_1ok) – кровля тарусского горизонта, У (C_1bb) – кровля бобриковского горизонта, Т (C_1t) – кровля турнейского яруса, Дф (D_1zv) – кровля заволжского горизонта, Дф₁ (D_1fm) – кровля фаменского яруса, Дкн (D_2kn) – кровля кыновского горизонта, Двб (D_2vb) – кровля воробьевского горизонта, Дкв (D_2cv) – кровля койвенского горизонта

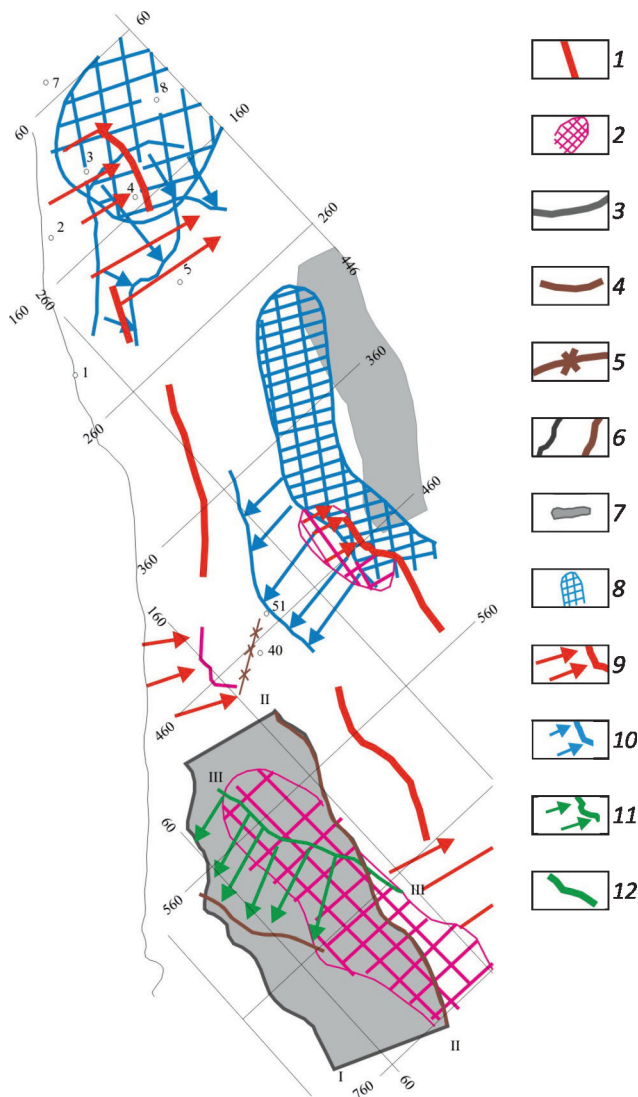


Рис. 4. Топонимическая схема для Северо-Елтышевского участка; результат анализа сейсмического материала сейсмопартии ЗД 16/05-2:

1 – тектонические нарушения в девонских отложениях; 2 – гребневая антиклинальная зона по поверхности размытия; граница: 3 – начала размытия афонинских отложений (ОГ Даф), 4 – начала размытия карбонатно-терригенных отложений девона, 5 – предполагаемая; 6 – разновозрастная граница размытия (между линиями I-I и II-II); зоны: 7 – отсутствия девонских отложений, 8 – приподнятого залегания ОГ У (Т); флексуры по ОГ: 9 – в девоне, 10 – в карбоне, 11 – в нижней перми; 12 – начало резкого погружения нижнепермских отложений в сторону ПВ

2) погребенные структурно-дизъюнктивные ловушки типа сбросов; проявляются при наличии северных погружений (примером может быть Камелик-Чаганская система разломов);

3) погребенные структурно-дизъюнктивные ловушки типа взбросов образуются при благоприятной ориентировке нарушения (например, Гаршинский и Акъярский разломы);

4) приграбеновый тип связан с девонским грабенообразным прогибом (ДГП), выполняя функцию эффективного экрана; для водоносности зон сосредоточения играет роль ориентировка девонского грабенообразного прогиба (ловушки, контролируемые Алябьево-Хомутовским ДГП);

5) тектонически-экранированный тип ловушек, создаваемый комбинациями тектонических нарушений различной ориентации; тектонические зоны экранируют подземные воды (Родниковское месторождение нефти);

6) блоковый тип, образующийся при развитой системе обновленных тектонических нарушений, включая подтип микрограбенов с рифей-вендскими отложениями (Ольховский грабен);

7) надразломный тип с подтипом ловушек, связанных постгенетически с тектоническими нарушениями, например, органогенные постройки отложений, перекрывающих тектонические нарушения; их повышенная водоносность проявляется благодаря неотектоническим поднятиям (ловушки Рыбкинского, Золотовского месторождений);

8) сложные ловушки с признаками нескольких типов.

Обоснование перспективных направлений поисков зон сосредоточения подземных вод. Таким образом, анализ временных разрезов, комплексная интерпретация материалов сейсморазведки и результаты разведочного и поисково-разведочного бурения на исследуемой территории позволили выявить роль обновленных на новейшем этапе тектонических нарушений в размещении зон сосредоточения подземных вод и рассолов в отложениях нижнего гидродинамического этажа осадочного чехла. Подтвержден унаследованный характер дизъюнктивных дислокаций, имевших место в девонское время и на последующих этапах геологической истории, включая новейший этап. Методами сейсморазведки установлены закономерности распределения тектонических разломов на исследуемой территории и их роль в размещении зон сосредоточения подземных вод в осадочном чехле.

Полагаем, что представленная карта тектонических нарушений, совмещенная со структурной картой по додевону (см. рис. 7), может рассматриваться в качестве прогнозной для поисков зон сосредоточения подземных вод.

Показано исключительное разнообразие платформенной разрывной тектоники. Глубинные разломы выделены как нарушения 1 ранга, а погребенные, наиболее протяженные высоко- и малоамплитудные нарушения отнесены ко 2 рангу.

Систематизация критериев поиска приразломных структур позволяет повысить эффективность прогноза

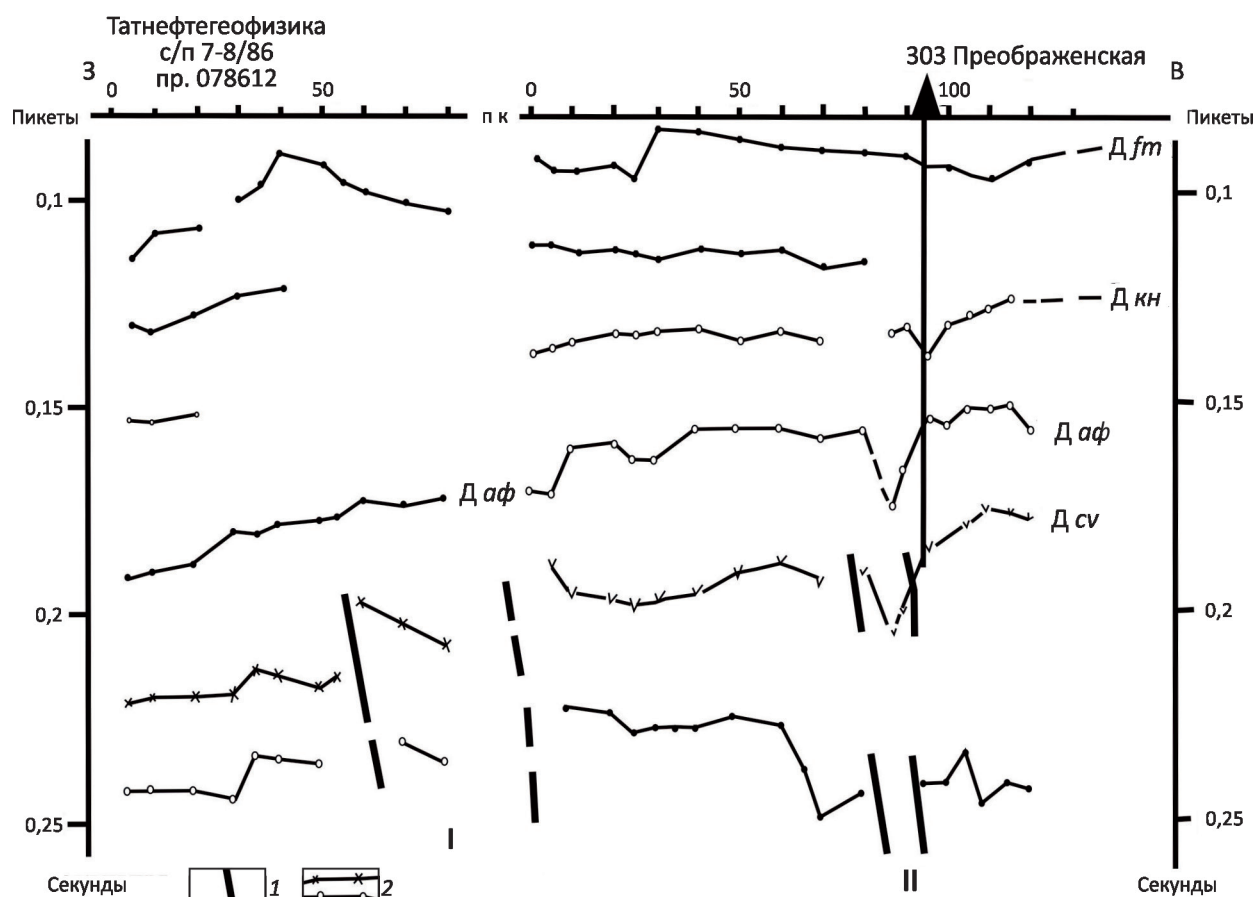


Рис. 5. Палеовременной разрез, построенный от базисного отражающего горизонта У – кровли бобриковского горизонта (Преображенская сейсмическая площадь, Восточно-Оренбургское сводовое поднятие, вблизи границы с Башкирией):

1 – тектонические нарушения; 2 – оси синфазности соответствующих отражающих горизонтов; индексы отражающих горизонтов на палеовременном разрезе указывают на их стратиграфическую приуроченность: Дfm – кровля фаменского яруса, Дкн – кровля кыновского горизонта, Даф – кровля афонинского горизонта, Дсв – кровля койвенского горизонта

и поисков зон сосредоточения подземных вод. К этим критериям относятся: ориентация тектонических нарушений; изохронная интервальность времени Дтерр-У; наличие у структур северных крыльев; способность закальматированных трещинных зон экранировать флюиды; тип сейсмофации, вмещающей прогнозируемую зону и др. Интерес представляют следующие типы структур: пликативные, сквозные структурные зоны, погребенные, дизъюнктивные (сбросы и взбросы), конседиментационные, сингенетичные с тектоническими нарушениями, приграбенные, контролируемые девонским грабенообразным прогибом, тектонически-экранированные, блокового типа, надразломные, постгенетические органогенные постройки и сложного тектонического типа, благодаря дизъюнктивной тектонике.

Предложенная методика выявления и трассирования тектонических нарушений и зон сосредоточения

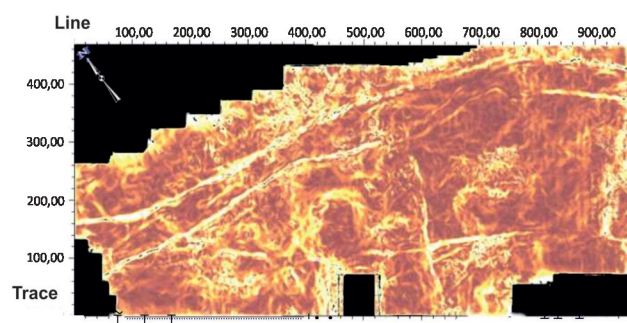


Рис. 6. Проведение обработки и интерпретация сейсморазведочных материалов МОГТ 3Д на Гаршинском месторождении:

полупрозрачный срез куба атрибута Dip в интервале времен 1640–1660 мс

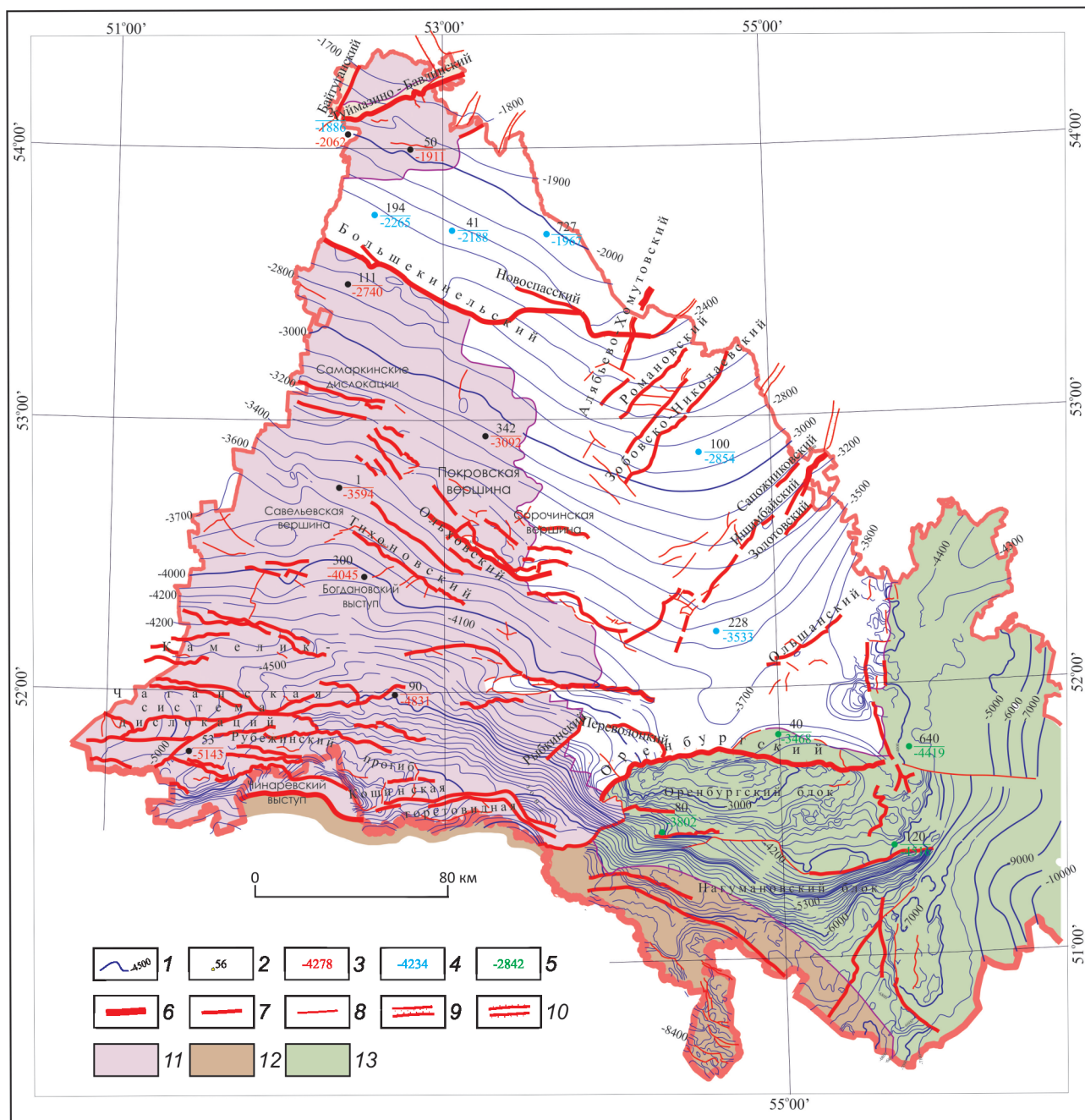


Рис. 7. Сводная структурная карта, совмещенная с тектоническими нарушениями по кровле додевонской поверхности в границах западной части Оренбургской области:

1 – изогипсы кровли додевонской поверхности; скважины, вскрывшие додевонскую поверхность: 2 – номер скважины; с отметками кровли: 3 – кристаллического фундамента, 4 – рифей-вендских отложений и 5 – ордовикских отложений; тектонические нарушения: 6 – 1-го ранга (глубинные разломы), 7 – 2-го ранга – региональные, 8 – 3-го ранга; 9 – грабены и грабенообразные прогибы; 10 – горсты и горстовидные поднятия; отложения, вскрытые под девоном: 11 – породы кристаллического фундамента, 12 – рифей-вендские и 13 – ордовикские отложения

подземных вод может найти применение во многих районах со сложными сейсмогеологическими условиями, подобными Бузулукской впадине.

Отличие карты тектонических нарушений от геоморфологической и космодешифрирования. Аксиомой считается приуроченность русел рек к

тектоническим нарушениям, которые являются зонами повышенной трещиноватости. Однако прямое сопоставление русел с тектоническими нарушениями, по мнению авторов данной публикации, требует определенной поправки, которая связана с постоянно действующей силой Кориолиса, обязанной вращению Земли. Из-за вращения, по закону Бэра [2, 4], в северном полушарии подмывается правый берег рек независимо от их ориентировки. Эти постоянно действующие в одном направлении силы смещают русла рек в сторону их правобережья.

Оценить величину смещения допустимо лишь для четвертичного периода, как она зафиксирована на геологической карте. Можно с большей долей вероятности соотносить сквозные тектонические нарушения с руслами известных рек (Большекинский разлом с р. Большой Кинель, Оренбургский глубинный разлом с р. Урал). Оценить величину смещения для конкретного тектонического нарушения, установить положение палеорусла в определенных интервалах геологического разреза – это задача последующих исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геологическое строение и нефтегазоносность Оренбургской области* / Под ред. А.С.Пантелеева, Н.Ф.Козлова. – Оренбург: Оренбургское книжное изд-во, 1997.
2. *Закон Бэра* // Википедия. [2014]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=64081917>.
3. Макарова Н.В., Макаров В.И., Суханова Т.В. О соотношении эрозионных и тектонических процессов в платформенных и горных условиях // Вестник Московского университета. Сер. 4. Геология. 2008. № 5. С. 4–11.
4. *Сила Кориолиса* // Википедия. [2014]. <http://ru.wikipedia.org/?oldid=64589597>.
5. Соколов А.Г. Выделение и трассирование тектонических нарушений по данным сейсморазведки и прогнозирование приразломных ловушек в платформенном Оренбуржье. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010.
6. *Строение кристаллического фундамента в краевой юго-восточной зоне восточно-европейской платформы* / А.Г.Соколов, И.А.Денцкевич, А.Г.Черепанов, Д.А.Левренц // Геология нефти и газа. 2011. № 4. С. 39–46.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Плата с авторов за публикацию (в том числе с аспирантов) не взимается. Гонорар не выплачивается. Автор, подписывая статью и направляя ее в редакцию, тем самым предоставляет редакции право на ее опубликование в журнале и размещение в сети «Интернет».

По всем вопросам, связанными со статьями, следует обращаться в редакцию:
тел. +7 (495)315-28-47, E-mail: ogeo@tsnigri.ru

80-ЛЕТИЕ ЛЕОНИДА ПЕТРОВИЧА НЕМЕНКО

Леонид Петрович Неменко родился 1 марта 1938 г. в д. Черевки Киевской области. В 1956 г. окончил Киевский геологоразведочный техникум, позже Иркутский политехнический институт. После службы в рядах Советской Армии в 1961 г. он начал трудиться на Таймыре в Норильской комплексной геологоразведочной экспедиции, где прошел путь от сменного бурового мастера до главного инженера (1965) Западно-Караеласской ГРП. В течение многих лет Леонид Петрович руководил разведкой крупнейших в стране Талнахского и Октябрьского медно-никелевых месторождений. В 1977 г. возглавил Калужскую геолого-геофизическую экспедицию, добившись в ней существенного улучшения производственных и экономических результатов. В период реорганизаций в геологической отрасли в начале 1990-х годов Л.П.Неменко возглавил Комитет природных ресурсов по Калужской области. Под его руководством разведаны Воротынское месторождение угля, уникальное Ульяновское месторождение огнеупорных и тугоплавких глин, Борщевское месторождение палыгорскитовых глин, десятки месторождений нерудного сырья, пресных подземных и минеральных вод, а также рассолов различного назначения. Питьевыми водами обеспечены города Калуга, Обнинск, Киров, Малоярославец, Балабаново. При его активном участии начаты геологоразведочные работы на нетрадиционные для Калужской области полезные ископаемые — алмазы и золото.

В своей работе большое внимание уделял социальным вопросам жизнедеятельности коллектива: обеспечению трудящихся жильем, продуктами питания, трудоустройству геологов-северян. Оказывал материальную поддержку монастырям «Оптина пустынь» и «Шамордино».

За высокий вклад в геологическое изучение недр Лев Петрович Неменко награжден многими государственными и отраслевыми наградами. За открытие и разведку уникального Октябрьского медно-никелевого месторождения ему присвоено звание лауреата Государственной премии СССР. Он награжден также орденами «За заслуги перед Отечеством IV степени»,



«Трудового Красного Знамени», медалью «За трудовую доблесть», ему присвоено почетное звание «Заслуженный геолог Российской Федерации» и отраслевой знак отличия «Почетный разведчик недр».

Поздравляем Леонида Петровича с юбилеем и желаем ему крепкого здоровья, долгих лет плодотворной жизни.

*Коллеги
Друзья
Российское геологическое общество*

**IV РОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
“ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ,
ЭНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ В ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ – 2018”**



SEYMARTEC ENERGY 2018

**31 МАЯ 2018 Г., ЧЕЛЯБИНСК,
ОТЕЛЬ «RADISSON BLU»**

**В рамках конференции состоится КРУГЛЫЙ СТОЛ –
«КОММУНИКАЦИЯ МЕЖДУ ПОСТАВЩИКОМ И
ЗАКАЗЧИКОМ: ОКНО НА КРУПНОЕ
ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ»**



СЕЙМАРТЕК

ОРГАНИЗАТОР

ООО «СЕЙМАРТЕК» (SEYMARTEC)

**ЗА БОЛЕЕ ПОДРОБНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ
ОБРАЩАТЬСЯ ПО КОНТАКТАМ:**



**Т. +7 499 638 2329
Т. +7 351 200 3735.**



[HTTP://SEYMARTEC.RU](http://SEYMARTEC.RU)



INFO@SEYMARTEC.RU