

## ПЕРСПЕКТИВЫ ФЛЮОРИТОНОСНОСТИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ, ЕАО И АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

*А.А. Черепанов, Н.В. Бердников*

*ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65, г. Хабаровск, 680000; e-mail: nick@itig.as.khb.ru*

Поступила в редакцию 12 января 2023 г.

Обобщены материалы по флюоритоносности Хабаровского края, Еврейской автономной области и Амурской области. Месторождения и проявления флюорита отнесены к редкоземельно-флюоритовой, бериллий-флюоритовой, флюорит-оловорудной, полиметаллическо-флюоритовой и флюоритовой формациям, а также имеют место проявления флюорита в рудных и фосфоритовых месторождениях флюоритосодержащих формаций. Показаны особенности их локализации в различных структурно-формационных областях региона. Выделены флюоритоносные районы, оценена их перспективность. Наиболее интересные в промышленном отношении проявления флюорита расположены вдоль окраины Сибирской платформы и в южной части Буреинского массива. Подсчитаны прогнозные ресурсы флюорита, оценены перспективы их промышленного освоения.

**Ключевые слова:** минерагенические провинции, флюоритоносные формации, месторождения флюорита, Амурская область, Еврейская автономная область, Хабаровский край.

Флюорит ( $\text{CaF}_2$ ) – экономически и стратегически важное минеральное сырье, широко используемое во многих отраслях промышленности. В черной металлургии он применяется в качестве флюса, в алюминиевой – для производства криолита, в химической – фторуглеродов. В 2012 г. обеспеченность промышленности РФ флюоритом собственной добычи не превышала 25 % [7, 8]. В 2016–2017 гг. она снизилась до 5–8 % из-за остановки работы Ярославского ГОКа в Приморском крае. В последние годы производство флюорита несколько возросло, но все равно доля импорта этого сырья в общем объеме его потребления в стране составляет 50–60 %.

До 2012 г. в Приморском крае Дальнего Востока добывалось более 80 % всего флюорита России. Эксплуатировались крупнейшие по запасам и перспективам Вознесенское и Пограничное месторождения. Ярославская горнорудная компания, входящая в группу «Русал», ежегодно производила до 330 тыс. т флюоритового концентрата. Разрабатывались богатые руды со средним содержанием флюорита 32–34 %. В настоящее время они полностью выработаны, что обусловило необходимость перехода к освоению более бедных руд со средним содержанием флюори-

та 18–24 % и повышенной концентрацией вредных примесей. Дальнейшая эксплуатация месторождений требует технического перевооружения предприятий с существенным изменением технологии переработки руды, что на современном этапе экономически не выгодно. В этих условиях одним из путей увеличения ресурсной базы флюоритового сырья в стране является поиск и освоение новых месторождений с более высоким качеством руды в других регионах с развитой инфраструктурой.

Сведений о флюоритоносности Амурской области, ЕАО и Хабаровского края немного. В 1894 г. горным инженером Л. Воцевичем на сопке Богучан вблизи с. Пашково в Амурской области было открыто первое на Дальнем Востоке месторождение флюорита. В 1914 г. на нем проведены эксплуатационные исследования с добычей 41 т флюорита, позволившие проследить главную жилу на 250 м. Кроме доизучения этого месторождения в 1925 и 1941 гг. специализированные работы на флюорит в регионе не проводились. Дополнительные сведения о проявлениях флюоритовой минерализации получены в процессе поисково-съёмочных работ на другие полезные ископаемые.

Высокое содержание флюорита установлено в оловорудных месторождениях и проявлениях Малого Хингана. При их отработке комбинат «Хинганолово» в 1969–1973 годах попутно извлекал флюорит с получением флюоритового концентрата марки Ф-95 для продажи в Японию. Запасы флюорита в бериллиевых рудах Преображенского месторождения (в среднем 6.2 % CaF<sub>2</sub>) поставлены на учет.

В 1988–1995 гг. сотрудниками научных организаций Дальнего Востока (А.А. Черепанов, Н.К. Крутов и др.) совместно с сотрудниками ВСЕГЕИ (А.А. Иванова) выполнены работы по прогнозно-минерагенической оценке территории Дальнего Востока на флюорит. Составлены обобщающие сводки по флюоритоносности регионов, кадастры месторождений и проявлений, схемы их размещения, подсчитаны минерагенические и прогнозные ресурсы, наиболее интересные и доступные проявления были дополнительно обследованы. Результаты исследований по территориям Прибайкалья, Алданского щита, Сетте-Дабана и Приколымья изложены в [20], данные по Амурской области, Еврейской автономной области и Хабаровскому краю приведены в настоящей статье.

#### ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ РЕГИОНА

Хабаровский край, Еврейская автономная область и Амурская область расположены на стыке структур Урало-Охотского и Западно-Тихоокеанского подвижных поясов. М.В. Мартынюк с соавторами [11] выделяют здесь ряд структурно-формационных областей (СФО), которые приняты нами за основу геолого-тектонического и минерагенического (по распределению флюоритовой минерализации) районирования территории (рис. 1).

Северную часть региона занимает окраина Сибирской платформы с допротерозойским фундаментом (1А-1Е на рис. 1). На юго-западе расположен Буреинский срединный массив с фундаментом, сложенным протерозойскими метаморфическими породами и разновозрастными гранитоидами (3А, 3В на рис. 1). Восточнее находятся Южно-Верхоянская (2А на рис. 1) и Сихотэ-Алинская (4А-4В на рис. 1) складчатые системы с корой переходного типа.

В состав Сибирской платформы входят Чаро-Олекминская СФО (1А на рис. 1) и Алданский щит (1Б на рис. 1), сложенные глубоко метаморфизованными карбонатно-терригенными породами континентальной коры, интенсивно гранитизированной и пронизанной дайками различного состава и возраста. Северо-восточнее Алданского щита расположена Учуро-Майской плита (1В на рис. 1) с верхнепротерозойскими и нижнекембрийскими отложениями чехла платформы.

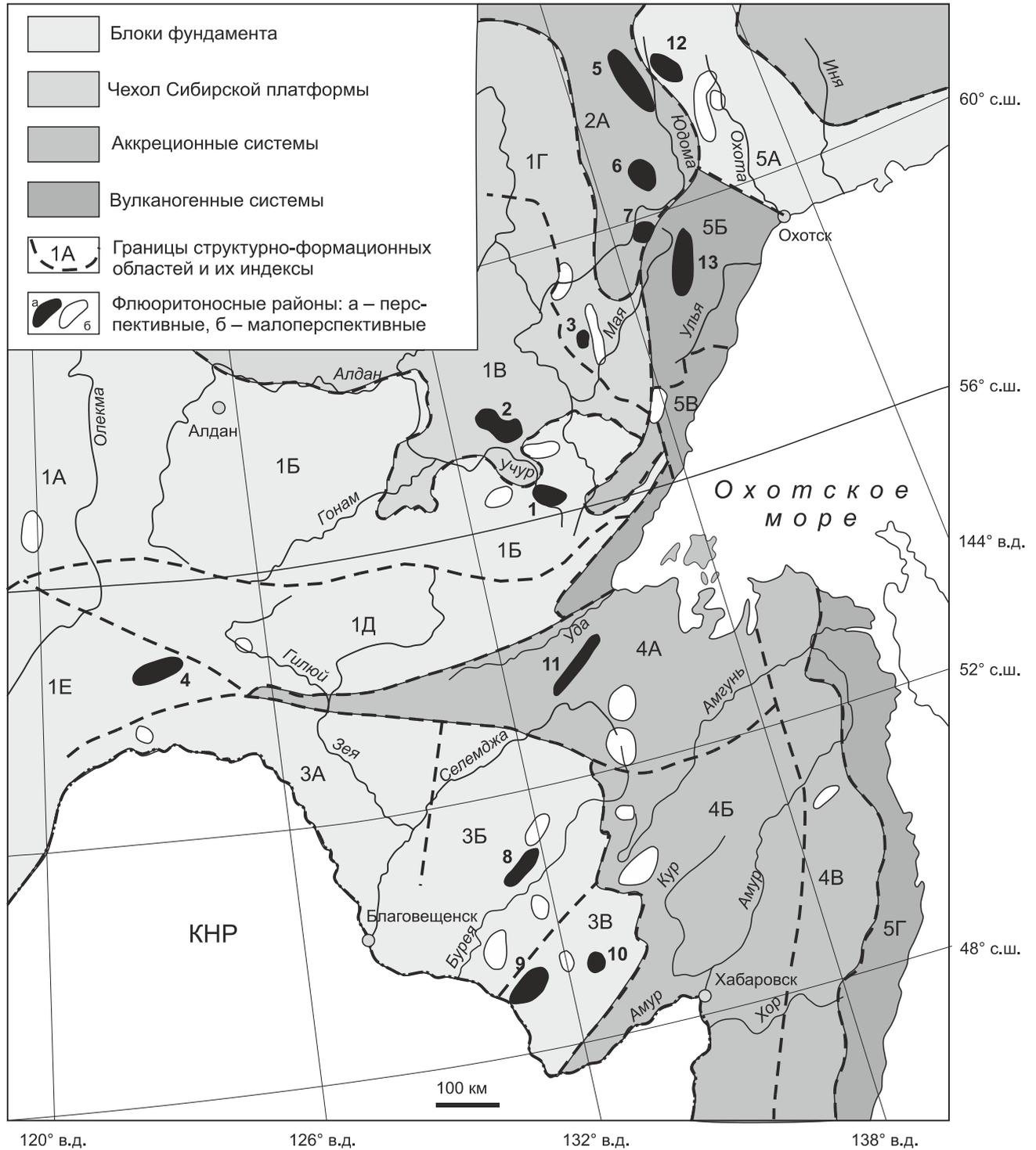
Юдомо-Майский прогиб (1Г на рис. 1) выполнен вулканогенно-осадочными и карбонатными породами с возрастом от раннего протерозоя до позднего карбона.

Джугджуро-Становая (1Д на рис. 1) и Тунги-ро-Могочинская (1Е на рис. 1) области, разделенные Желтулакским разломом, сложены высокометаморфизованными протерозойско-архейскими толщами с крупными интрузивами гранитов джугджурского комплекса.

Южно-Верхоянская складчатая область (2А на рис. 1), расположенная между Сибирской платформой и Охотским срединным массивом, представлена мощным осадочным комплексом пород пермо-карбона флишоидного строения. В восточной части области, примыкающей к Охотскому массиву, развиты покровы риодацитов, риолитов и их туфов мелового возраста.

В центральной части Буреинского срединного массива расположена обширная Зея-Буреинская впадина, заполненная юрско-меловыми угленосными отложениями. По периферии впадины обнажаются выступы фундамента, объединенные в Северо-Буреинскую (3А на рис. 1), Туранскую (3Б на рис. 1) и Мало-Хинганскую (3В на рис. 1) структурно-формационные области. Северо-Буреинская область, занимающая западную часть массива, включает Северо-Амурский, Гонжинский и Мамынский выступы фундамента, разделенные прогибами, выполненными девонскими и пермскими вулканогенными и осадочными породами, прорванными палеозойскими гранитами. В Туранской области среди интенсивно гранитизированных пород фундамента выделяются крупные блоки верхнепротерозойско-кембрийских и девонских карбонатно-терригенных пород. Мало-Хинганская область представляет собой неоднократно активизированную часть Буреинского массива, разбитую субмеридиональными разломами на блоки. Область сложена карбонатно-терригенными породами протерозойско-кембрийского возраста, осложненными меловыми вулканоплутоническими сооружениями.

В центральной части региона расположена Монголо-Охотская складчатая система, сложенная аккрецированными породами среднего протерозоя и мезозоя с рифогенными карбонатными постройками. Её северная часть, протягивающаяся расширяющейся субширотной полосой от верховьев р. Тынды до Охотского моря, рассматривается нами как Амуро-Охотская СФО (4А на рис. 1). От континентальных блоков с докембрийской корой она отделяется зонами Южно- и Северо-Тукурингского разломов, от Сихотэ-



**Рис. 1.** Флюоритоносность Амурской области, Еврейской автономной области и Хабаровского края. Структурно-формационные области – по [11], с изменениями.

1А – Чаро-Олекминская; 1Б – Алданский щит; 1В – Учуро-Майская плита; 1Г – Юдомо-Майский прогиб; 1Д – Джугджуро-Становая; 1Е – Тунги́ро-Могочинская; 2А – Южно-Верхоянская; 3А – Северо-Бурейская; 3Б – Туранская; 3В – Мало-Хинганская; 4А – Амуро-Охотская; 4Б – Западно-Сихотэ-Алинская; 4В – Центрально-Сихотэ-Алинская; 5А – Охотский массив; 5Б – Ульинский прогиб; 5В – Южно-Охотская; 5Г – Прибрежная. Перспективные флюоритоносные районы: 1 – Улканский; 2 – Кет-Капский; 3 – Ингилийский; 4 – Сергачинский; 5 – Верхнеюдомский; 6 – Кютепский; 7 – Майско-Сахинский; 8 – Мельгинский; 9 – Хинганский; 10 – Сагды-Бирский; 11 – Джагдинский; 12 – Авлинский; 13 – Мати-Ядринский.

Алинской складчатой системы – зонами Пауканского и Лимурчанского разломов. В составе пород области преобладают палеозойские вулканогенно-кремнисто-терригенные отложения. Для наложенных прогибов ее восточной части характерны мезозойские терригенные молассоидные образования. Западно-Сихотэ-Алинская область (4Б на рис. 1) расположена восточнее Буреинского массива и сложена вулканогенно-осадочными палеозойскими и терригенными мезозойскими комплексами. В первых присутствуют прослой и глыбы рифогенных известняков. Центрально-Сихотэ-Алинская область (4В на рис. 1), выделяемая в пределах Центрально-Сихотэ-Алинского антиклинория, сложена средне-позднепалеозойскими и триасовыми терригенно-кремнисто-вулканогенными породами с линзами и блоками рифогенных известняков. В пределах области располагаются крупные массивы гранитоидов хунгарийской серии, с которыми связаны месторождения олова и вольфрама.

Окраинно-континентальный вулканогенный пояс, рассматриваемый нами как отдельная минерагеническая область, протягивается вдоль восточной границы азиатского континента (5А–5Г на рис. 1). Низы пояса сложены меловыми вулканитами среднего и умеренно кислого состава с прослоями туфогенно-осадочных пород. Вулканиты прорваны интрузиями субщелочных гранитов и сиенитов. В составе пояса различаются два основных звена: Удско-Охотское и Восточно-Сихотэ-Алинское. В составе Удско-Охотского звена выделяется структурно-формационная область Охотского массива (5А на рис. 1) – часть вулканогенного пояса, наложенная на метаморфиты Кухтуйского выступа. На востоке вулканиты области перекрывают триасовые терригенные комплексы. Южнее расположена СФО Ульяновского прогиба (5Б на рис. 1), выполненная мощной толщей лав и туфов от среднего до кислого состава, прорванной интрузиями субщелочных гранитов и сиенитов. Собственно вулканическими являются Южно-Охотская (5В на рис. 1) и Прибрежная (5Г на рис. 1) области, сложенные мел-палеогеновыми толщами разного (от риолитов до базальтов) состава.

#### **ФЛЮОРИТОНОСНЫЕ ФОРМАЦИИ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ, ЕАО И ХАБАРОВСКОГО КРАЯ**

На территории Приамурья выявлено более 600 пунктов флюоритовой минерализации, из которых 118 классифицированы как месторождения и рудопроявления. В настоящее время известно несколько систематик флюоритовых месторождений на формационной основе [4, 6, 8]. Нами за рабочую основу с незначительными дополнениями и изменениями [19] принята классификация [4], которая представляется

нам наиболее рациональной при обобщениях по крупным регионам. В ней учтены основные особенности флюоритовых месторождений: вещественный состав, характер проявления в геотектонических элементах земной коры и приуроченность к определенным этапам их развития, связь с магматическими формациями и оруденением других типов. Хотя в регионе не зарегистрированы промышленные месторождения, но есть объекты, которые либо эксплуатировались (Богучанское), либо на них флюорит извлекался попутно (Хинганское), либо подсчитаны запасы флюорита и разработана технология извлечения (Преображенское). Последние два объекта не учитываются существующими классификациями, поэтому нами разработан специальный подход, позволяющий оценить перспективы их флюоритоносности.

Месторождения и рудопроявления региона отнесены к пяти формациям, основные характеристики которых приведены в таблице.

#### **Редкоземельно-флюоритовая формация**

В её составе различаются две субформации: редкоземельных карбонатитов и альбит-микроклиновых метасоматитов. Карбонатитовые месторождения являются одним из главных промышленных типов флюоритового оруденения этой формации [18]. Месторождения комплексные, имеют большие запасы и широкий набор полезных компонентов, включающих флюорит, барит и фторкарбонаты редких земель. К ним относятся Большешетагинское (Россия) [3], Баюнь-Обо (КНР), Мушугай-Худук (Монголия) и другие. Месторождения связаны с комплексами сиенитов, щелочных габброидов, ультраосновных пород и карбонатитов.

Флюоритовая минерализация в карбонатитах представлена бедными тонко вкрапленными (до 1 мм) полосчатыми рудами с гнездами крупнозернистого флюорита. Внутри карбонатитовых массивов и за их пределами фиксируются дугообразные тела и жильные зоны руд, содержащих 15–40 % флюорита в виде вкрапленности и прожилков. Широким распространением пользуются минерализованные брекчии с флюоритом, баритом, целестином, бастнезитом. Ввиду высокого содержания железа в рудах месторождений этой субформации Д.О. Онтоев [14, 15] предложил выделить их в барит-фтор-железо-редкоземельный (барит-гематит-фторкарбонатно-редкоземельный) минеральный тип.

Флюоритовые проявления подобного типа установлены на севере Хабаровского края в пределах Юдомо-Майского прогиба. На проявлении Габбро установлены жилы доломитовых карбонатитов и эруптивных брекчий на карбонатитовом цементе

Таблица. Флюоритоносные формации Амурской области, ЕАО и Хабаровского края.

	Формации							
	Редко-земельно-флюоритовая		Бериллий-флюоритовая	Флюорит-оловорудная	Полиметаллическо-флюоритовая		Флюоритовая	
Генетический тип	Карбонатитовый	Альбит-микроклиновых метасоматитов	Бериллиеносные полевошпатовые метасоматиты	Оловоносные скарны и грейзены	Стратиформная	Жильная	Гидротермальный	
Минеральный тип	Барит-гематит-фторкарбонатно-редкоземельный	Карбонатно-редкоземельно-флюоритовый	Берtrandит-фенакит-флюоритовых метасоматитов	Касситерит-флюоритовый	Сульфидно-флюоритовый, кварц-карбонатно-флюоритовый		Кварц (карбонат)-флюоритовый	Сурьмяно-флюоритовый
Условия проявления, морфология рудных тел	Контактовые линзы, гнезда, секущие зоны брекчий	Зоны метасоматоза и окварцевания	Зоны щелочного альбит-микрoклинового метасоматоза	Зоны брекчирования и грейзенизации	Согласные пластовые и линзообразные залежи	Секущие жилы, зоны брекчий и прожилкования	Жилы, зоны брекчий, пластообразные залежи	
Рудоносные магматические комплексы	Щелочно-ультраосновные с карбонатами, щелочные сиениты		Интрузивно-купольные структуры	Субвулканические гранит-порфиры, риолиты, лейкограниты	Риолит-андезитовые комплексы		Базальт-риолитовые, трахибазальт-риолитовые, лейкогранитовые	
Геотектоническая позиция	Активные окраины континентов, внутриконтинентальные рифтогенные структуры		Зоны тектономагматической активизации	Наложённые ВТС	Перивулканические зоны, наложенные ВТС		Внутриконтинентальные и окраинные вулканогенные пояса, зоны ТМА	
Содержание СаF <sub>2</sub> , %	5–10, до 60		5–10, редко до 30	5–6, редко до 20	20–60		40–80	60–90
Количество проявлений (% от общего)	12 (10.2)		2 (1.7)	6 (5.1)	33 (28)		65 (55)	
Ресурсы P <sub>2</sub> +P <sub>3</sub> , % от общего	-		32	3	61		4	
Минеральный потенциал, % от общего	10		13	12	45		20	
Примеры месторождений и проявлений	Ингилийское	Хамнинское, Бугунья	Преображенское, Чергиленское	Хинганское, Верхнее	Озерное, Неожиданное		Авлия, Туманное	Богучан

Примечание. ВТС – вулcano-тектонические структуры, ТМА – зоны тектоно-магматической активизации.

мощностью до 2 м и протяженностью до 50 м, рассекающих силурийские доломиты. Для жил карбонатов характерны повышенная радиоактивность, вкрапленность редкоземельных минералов и флюорита. На проявлении Батрак среди ордовикских известняков закартирован штокверк анкеритовых карбонатов с редкоземельными минералами, прожилковым флюоритом и баритом. В щелочно-ультрамафитовом Ингилийском массиве флюорит в виде прожилков присутствует повсеместно, а в карбонатитах его содержание достигает 20 %. На отдельных участках сиениты замещены флюорит-карбонатной породой с содержанием  $\text{CaF}_2$  до 60 %.

Для областей развития щелочного магматизма характерны зоны щелочного метасоматоза и окварцевания. Альбит-микроклиновые метасоматиты содержат флюорит, пироклор, фергусонит, бастнезит, радиоактивные минералы и фторкарбонаты редких земель, мелкие зерна криолита (2–7 %). Типичным представителем карбонатно-редкоземельно-флюоритового минерального типа является Хамнинское месторождение редких земель с флюоритом, расположенное в Якутии вблизи границы с Хабаровским краем.

Месторождения редкоземельно-флюоритовой формации в основном размещаются на периферии континентальных плит, во внутриконтинентальных рифтогенных структурах и в зонах глубинных разломов. На характеризуемой территории они расположены по периферии Сибирской платформы, в местах её активизации, и контролируются щелочным платформенным магматизмом. Руды месторождений формации многокомпонентны и требуют сложной технологии переработки.

### **Бериллий-флюоритовая формация**

Практически все месторождения бериллия характеризуются повышенным содержанием фтора, входящим в состав флюорита, топаза и фторсодержащих слюд [10]. Месторождения этой формации относятся к группе высокотемпературных скарно-грейзеновых и гидротермальных. Их основной особенностью является приуроченность к поздним фазам комплексов кислых и ультракислых гранитоидов литий-фтористого типа. Месторождения обычно локализируются в апикальных частях гранитных массивов, прорывающих карбонатные породы. Образование флюорита включает многостадийный процесс осадочного накопления фтористых соединений с их последующим преобразованием под воздействием грейзенизации и щелочного метасоматоза при внедрении интрузивов [16]. На ряде месторождений этой формации (Вознесенское, Пограничное в Приморье)

высокое содержание флюорита делает его основным рудным компонентом [13].

С массивами щелочных гранитоидов связаны альбититы, апатит-флюоритовые и биотит-альбит-кальцитовые метасоматиты Чергиленского флюорит-редкоземельного месторождения. В составе его руд присутствуют редкоземельные минералы (бритолит, паризит, бастнезит) и минералы бериллия (фенакит, хризоберилл, гентгельвин), для них характерна повышенная радиоактивность. Флюорит в рудах образует вкрапленность, наложенную на редкоземельную и бериллиеую минерализацию, а также слагает поздние флюоритовые и кальцит-флюоритовые прожилки. Сходная минерализация наблюдается на ряде проявлений и месторождений Улканского прогиба [2].

В Мало-Хинганском рудном районе Буреинского массива расположено Преображенское флюорит-бериллиеое месторождение. Оруденение локализуется в крутопадающей зоне дробления в массиве монцогранодиоритов, которая содержит тела альбит-слюдяных грейзенов и грейзенизированных гранодиоритов с множеством апофиз, ответвлений, пережимов. До половины объема зоны занимают маломощные (до 15 см) ветвящиеся альбит-кварцевые прожилки, содержащие берилл, фенакит, бертрандит, литиевые слюды, топаз, апатит, флюорит. Сеть прожилков образует линейный штокверк протяженностью более 1500 м, прослеженный на глубину 250 м при мощности 7–300 м. Содержание флюорита меняется от 5.5 до 6.4 % при среднем 6.2 %.

### **Флюорит-оловорудная формация**

Флюорит в оловорудных месторождениях встречается довольно часто. Особенно широко он развит на месторождениях кварц-касситеритовой формации, связанной с литий-фтористыми гранитами, онгонитами, топазовыми риолитами, реже с гранитами нормального геохимического ряда. При этом накопление в остаточных расплавах олова и фтора более характерны для кристаллизационной дифференциации в кислых низкотемпературных системах, чем в высокотемпературных магмах. Предполагается, что образованию литий-фтористых гранитов и онгонитов способствует повышенная активность фтора [17].

Оловорудные объекты с флюоритом, часто промышленного значения, широко распространены в Верхояно-Колымской и Амуро-Сихотэ-Алинской складчатых областях, на Буреинском массиве и на территории Северо-Охотского массива краевого вулканогенного пояса.

В складчатых областях флюоритсодержащие оловорудные проявления развиты в зонах дробления, кварц-сидерофиллитовых, флюорит-альбит-калишпа-

товых метасоматитах и кварц-топаз-мусковитовых грейзенах, приуроченных к эндоконтактам гранитных массивов. Концентрация флюорита в них порядка 3–5 %, местами до 39 %, топаза – до 15 %. Повышенные содержания флюорита отмечаются в зонах прожилково-вкрапленных руд и в кварцевом цементе брекчий, а также в жилах полосчатого халцедоновидного кварца, в осевых частях которых он слагает номинеральные линзы мощностью до 20 см. Учитывая устойчивые повышенные содержания флюорита, позволяющие извлекать его попутно, эти месторождения выделены в самостоятельную формацию.

На Буреинском массиве особый интерес представляют оловорудные месторождения Хинганского рудного района, где оловянная и оловорудная минерализация связана с Хингано-Олонойским комплексом субвулканических интрузий гранит-порфиоров, риолитов и лейкогранитов с повышенным содержанием фтора и бора. Типичным представителем является Хинганское месторождение, где оруденение представлено зонами брекчий с касситерит-хлорит-кварцевой и касситерит-флюоритовой минерализацией в гранитах и риолитах. На балансе запасов месторождения числится 703 тыс. т флюорит-оловянных руд с содержанием  $\text{CaF}_2$  4,9 %. Руды ранее обрабатывались, но в настоящее время по организационным и техническим причинам флюорит не извлекается.

Повышенные содержания флюорита также установлены в оловорудных месторождениях Догниканского рудного района в Охотском массиве краевого вулканогенного пояса. Здесь в зонах дробления и минерализации развиты хлорит-кварцевые метасоматиты с касситеритом, сульфидами, баритом, флюоритом и компонентами полиметаллических руд. В центральных частях зон нередко формируется штокверкообразная сеть кварцевых, флюорит-кварцевых прожилков и жил с содержанием флюорита до 10 %. На отдельных месторождениях отмечаются флюорит-кварцевые жилы мощностью до 3–5 м.

#### **Полиметаллическо-флюоритовая формация**

Руды месторождений этой формации сложены флюоритом, галенитом, сфалеритом, кварцем, иногда баритом, халькопиритом и карбонатами в разных соотношениях. По условиям залегания и морфологии рудных тел выделены стратиформная и жильная субформации.

Стратиформные месторождения имеют большие запасы и важное промышленное значение. В Приамурье стратиформные флюорит-полиметаллические залежи прослеживаются на протяжении 1000 км по юго-восточной периферии Сибирской платформы от западного окончания хребта Кет-Кап до среднего те-

чения р. Юдома [20] и далее уходят на территорию Якутии. На всем этом пространстве флюоритовая и полиметаллическая минерализации локализуются, главным образом, в горизонте окварцевания, иногда брекчирования доломитов верхней части нижнеюдомской подсветы венд-кембрийского возраста. Полиметаллические (Сардана, Уруй), флюоритовые с незначительной примесью полиметаллов и флюорит-полиметаллические руды образуют линзовидные, пластовые залежи или небольшие тела, основным рудным компонентом которых являются сульфиды.

Жильные проявления этой формации в регионе распространены ограниченно. Они представлены зонами дробления и метасоматического замещения с вкрапленностью и цементом сульфидно-кварц-(карбонат)-флюоритового и сульфидно-барит-кварц-(карбонат)-флюоритового состава. Их формирование связано с деятельностью наложенных вулканотектонических структур, с ними ассоциируют флюоритсодержащие проявления урановых, золото-серебряных и полиметаллических руд. Промышленного значения как месторождения флюорита жильные проявления не имеют.

#### **Флюоритовая формация**

Многочисленные проявления флюоритовой формации наиболее развиты в краевом вулканогенном поясе и граничащих с ним областях и на Буреинском массиве. Они представлены преимущественно флюоритовыми, кварц-флюоритовыми жилами иногда с кальцитом, баритом, адуляром, пиритом и глинистыми минералами. Количество сульфидов редко превышает 2–3 %. Предполагается парагенетическая связь флюоритсодержащих жил с вулканитами кислого, реже среднего состава.

Проявления флюоритовой формации относятся к средне-низкотемпературным гидротермальным образованиям, формирующимся в близповерхностных условиях в обстановке открытости минералообразующих систем. По данным [5, 6, Черепанов, Рязанцева, 1992 г.], температуры их образования варьируют от 300 до 80 °С, основная масса флюорита отлагалась в интервале 240–80 °С.

В краевом вулканогенном поясе проявления этой формации тяготеют к его внешней перивулканической зоне, группируясь в отдельные флюоритоносные узлы и рудные поля.

В Хингано-Олонойской вулканогенной зоне (Мало-Хинганская СФО, 3В на рис. 1) проявления флюоритовой формации локализованы в субширотной зоне дробления, окварцевания и аргиллизации. В пределах Сагды-Бирской ВТС флюоритовые проявления расположены среди вулканитов. Некоторые из них име-

ют промышленное значение и служат источником дефицитного флюорита «металлургических» сортов. Расположение жил и их строение напоминает Абагайтуйское месторождение в Забайкалье. Подобные проявления флюорита установлены в Тунгиро-Могочинской области (1Е на рис. 1), но там они залегают в гранитах и содержание  $\text{CaF}_2$  в них не превышает 5–6 %, в редких случаях до 50 %.

### Флюоритсодержащие формации

Поскольку собственно флюоритовые формации являются крайними членами рядов рудных формаций, логично предположить, что между ними и формациями других полезных ископаемых располагаются переходные флюоритсодержащие формации. Действительно, флюорит нередко широко развит в месторождениях бериллия, олова, вольфрама, молибдена, золота, серебра, ртути, урана, где он присутствует как попутный компонент, образуя иногда довольно значительные скопления. Проявления флюоритсодержащих формаций часто размещаются в тех же рудных полях и имеют связь с теми же интрузивными комплексами, что и формации основных рудных компонентов. В настоящее время эти проявления не представляют интереса как промышленные флюоритовые, однако в будущем, при развитии инфраструктуры региона и совершенствовании технологий обогащения, они могут стать перспективными. К таким проявлениям, по нашему мнению, следует отнести фторсодержащие фосфориты. Фтор входит в состав фторapatита в количестве до 4.2 %. При высоких концентрациях фтора в составе фосфоритовых конкреций образуется ультрадисперсная фаза флюорита, в фосфоритоносных биогенных накоплениях формируются самостоятельные выделения и прожилки флюорита с содержанием до первых процентов. Большие запасы фосфоритовых руд даже при низком содержании флюорита предполагают весьма значительное количество заключенного в них фтора. Количество фтора, которое можно попутно извлекать при производстве фосфорных удобрений, в несколько раз превышает объем фтора, добываемого в виде флюорита. В настоящее время фтор, извлекаемый при производстве удобрений, не используется.

### ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФЛЮОРИТОНОСНЫЕ РАЙОНЫ

На территории Амурской области, ЕАО и Хабаровского края зафиксировано более 600 месторождений и рудопоявлений флюоритовой минерализации, из которых 118 проявлений относятся к флюоритовым, а остальные – к флюоритсодержащим формациям. Большинство из них относится к рудопоявлениям, в ранг месторождений попадает всего 5 объектов.

Пространственно флюоритовое оруденение чаще всего приурочено к краевым частям жестких блоков. Наиболее насыщены проявлениями краевой вулканогенный пояс и Буреинский массив; на территории первого выделяется область Охотского массива (5А на рис. 1), на территории второго – Мало-Хинганская СФО (3В на рис. 1). Относительно повышенная флюоритоносность характерна для Юдомо-Майского прогиба Сибирской платформы и Туранского блока Буреинского массива. Остальные территории характеризуются относительно слабой флюоритоносностью, практически не флюоритоносна Прибрежная СФО краевого вулканогенного пояса (5Г на рис. 1).

Разнотипные месторождения и проявления выделенных выше формаций группируются в флюоритоносные районы, размещенные в структурно-формационных зонах неравномерно (рис. 1, табл.). Из 32 выделенных флюоритоносных районов 13 отнесены к перспективным, остальные представлены в основном рудными флюоритсодержащими объектами с малым содержанием фтористого кальция.

На Алданском щите особый интерес представляют проявления щелочных метасоматитов с флюорит-бериллий-редкоземельной минерализацией Улканского района (1 на рис. 1), который представляет собой внутриконтинентальную рифтогенную структуру с щелочно-гранитным магматизмом и тектоно-метасоматической активизацией [2, 10]. Здесь располагаются 2 месторождения и 18 проявлений, представленные плащеобразными и линзовидными телами, штокверками в апикальных частях и приконтактовых зонах интрузий субщелочных лейкогранитов. Рудоносные тела сложены протолитионитовыми и кварцевыми грейзенами, флюорит-фенакит-берtrandитовыми метасоматитами и гидротермалитами с промышленными содержаниями бериллия и иттриевых редких земель. В центральных частях тел метасоматитов кварц-флюоритовые агрегаты слагают гнезда и линзы с содержанием  $\text{CaF}_2$  до 30 %. Метасоматиты сопровождаются контрастными ореолами фтора с содержанием  $\text{CaF}_2$  до 15 %. Кроме того, в районе выявлены многочисленные флюоритсодержащие проявления с близкими к промышленным содержаниями Та, Nb, U, редких земель. Флюоритовая минерализация в районе специально не изучалась, но, по нашему мнению, его промышленные перспективы, с учетом попутного извлечения флюорита, значительные.

На территории Учуро-Майской плиты выделен Кет-Капский рудный район (2 на рис. 1) с 12 проявлениями флюорита в венд-кембрийских карбонатных породах чехла Сибирской платформы. Оруденелые горизонты представлены пористыми и кавернозными

ми доломитами, обогащенными органикой. Наиболее крупные проявления Флюоритовое, Среднесафронское, Таас, Чинарское сложены послойными брекчированными и пористыми доломитами с кварц-барит-флюоритовым и кварц-кальцит-флюоритовым цементом, рассеченными прожилками того же состава. Флюорит в них присутствует в виде вкрапленности, агрегатов, прожилков, жилок, линз и облекающих ронок кубических кристаллов размером 0.3–3 см, реже до 6 см. Мощность рудных тел варьирует от 0.5 м до первых десятков метров при ширине залежей до 600 м и протяженности от нескольких сот метров до 1.5 км. Содержание  $\text{CaF}_2$  колеблется от 5 до 50 %, в флюоритовых линзах до 80 %. Указанные параметры позволяют предполагать здесь наличие промышленного оруденения, а Среднесафронское проявление с подсчитанными запасами можно рассматривать как месторождение.

В Юдомо-Майском прогибе на востоке Алданского щита выделен перспективный на редкоземельно-флюоритовую минерализацию Ингилийский рудный район (3 на рис. 1). Прогиб выполнен протерозойско-нижнекарбонowymi вулканогенно-осадочными породами со значительной долей карбонатных отложений, прорванными Ингилийским массивом щелочно-ультраосновных пород. В центральной части массива расположено штокообразное тело массивных грубозернистых карбонатитов с вкрапленностью пироклора, флогопита, магнетита, флюорита, галенита. Содержание флюорита в карбонатитах достигает 15–20 %. В контактовой части массива сиениты замещены флюорит-карбонатной породой с содержанием  $\text{CaF}_2$  до 60 %. Флюорит в рудах рассматривается как попутный компонент, но не исключается возможность выявления собственно флюоритовых тел. Кроме флюорита практический интерес имеют Nb, Ta и редкие земли.

В Сергачинском рудном районе (4 на рис. 1) раннепротерозойские гранодиориты прорываются субщелочными сиенитами с комагматичными вулканитами мелового возраста. 13 золотоносных кварцевых жил (мощность 0.5–4.2 м, длина до 300 м) в гранодиоритах содержат вкрапленность, полосы и гнезда крупнокристаллического зеленого и фиолетового флюорита (до 50 % и более) в ассоциации с баритом. В гранодиоритах также отмечаются зоны флюоритизации с содержанием  $\text{CaF}_2$  10–15 %. Наличие кислых вулканитов мелового возраста, кварцевых жил с промышленным содержанием флюорита, а также положение района на продолжении флюоритоносных структур Забайкалья позволяет считать его перспективным для поисков флюоритовых руд.

В Южно-Верхоянской СФО выделен Верхнеюдомский флюорит-полиметаллический рудный район (5 на рис. 1), сложенный терригенными породами пермо-триаса, перекрытыми покровом меловых риолитов-дацитов и их туфов. В сферолитах риолитов отмечаются мелкие зерна флюорита. Вулканиты прорваны интрузивами позднемеловых субщелочных гранитов с флюоритом в миаролах. С гранитами ассоциируют полиметаллические рудопроявления с ураном, флюоритом, бериллием. В районе известно 34 флюоритсодержащих рудопроявления, полиметаллические месторождения Кутинское, Зарница, Джатонское и другие. Месторождения и рудопроявления полиметаллов представлены мощными (5–15 м и более) и протяженными (до 1.5 км) зонами дробления терригенных пород. В зонах развиты сцементированные кварцем хлорит-серицитовые метасоматиты с вкрапленностью и залежами сплошных сульфидных руд, ассоциирующих с гнездовым и прожилковым флюоритовым оруденением. Содержание флюорита в метасоматитах 5–10 %, местами до 30 %, нередко жилы мощностью до 0.3 м с кварцем в зальбандах и агрегатами разноокрашенного флюорита в осевой части. На месторождении Зарница мощность флюорит-кварцевых жил достигает 3–5 м, в их центральных частях отмечаются блоки мономинерального флюорита размером до  $1.5 \times 2.5 \times 10$  м. Наличие обогащенных фтором гранитоидов, известковистых терригенных пород и кварц-флюоритовых жил обуславливают перспективность района на промышленное и сопутствующее флюоритовое оруденение.

Южнее расположен Кютепский флюорит-оловорудный район (6 на рис. 1), сложенный карбон-пермскими известковистыми песчаниками и алевролитами, прорванными крупным массивом литий-фтористых гранитов с аксессуарным (до 1623 г/т) флюоритом. Массив и его приконтактные области пересекают зоны разломов, вмещающих более 40 флюорит-вольфрам-оловорудных рудопроявлений, локализующихся в областях дробления, развития флюорит-альбит-калишпатовых метасоматитов и кварц-топаз-мусковитовых грейзенов мощностью 5–30 м и длиной до 500 м. Оруденение концентрируется в прожилках кварц-хлорит-сульфидного, кварц-кальцит-флюоритового и кварц-берилл-мусковитового состава с касситеритом, вольфрамитом, протолиитионитом. Содержание флюорита в рудопроявлениях 3–5, редко 20–30 %, топаза до 15 %, олова, вольфрама до 5 %. Флюорит зеленого и фиолетового цвета присутствует в виде гнезд, прожилков и вкрапленности с кристаллами размером до 1 см. Высокие содержания флюорита отмечаются в областях развития прожил-

ково-вкрапленных руд и в кварцевом цементе брекчий, а также в мощных (0.5–4 м) жилах халцедоно-видного кварца, где флюорит слагает мономинеральные линзы мощностью до 30 см и длиной до 20 м. Предполагается присутствие промышленных флюоритовых зон вне оловорудных тел.

Сходное по характеру оруденение отмечается в Майско-Сахинском рудном районе (7 на рис. 1). Здесь флюоритовое оруденение приурочено к апикальной части Сыргалахского массива субщелочных гранитов. Положение района в зоне долгоживущего разлома и наличие мощных, протяженных флюоритоносных зон дробления и минерализации свидетельствует о высокой промышленной перспективности в отношении сопутствующего флюорита.

На Буреинском массиве среди гранитоидов Туранской СФО расположена Мельгинская грабеновая структура с Мельгинским рудным районом (8 на рис. 1), для которого характерна бериллий-редкоземельно-урановая минерализация с флюоритом (месторождения Чергиленское, Суларинское). Альбититы, апатит-флюоритовые и биотит-альбит-кальцитовые метасоматиты Чергиленского флюорит-редкоземельного месторождения связаны с массивами щелочных гранитоидов. В составе руд присутствуют редкоземельные минералы (бритолит, паризит, бастнезит), минералы бериллия (фенакит, хризоберилл, ганггельвин). Флюорит в рудах присутствует в виде вкрапленности, образовавшейся после формирования редкоземельной и бериллиевой минерализации, а также слагает поздние флюоритовые и кальцит-флюоритовые прожилки. Для руд характерны повышенная радиоактивность и преобладание магнетита среди рудных минералов. На месторождении вскрыто 12 рудных тел метасоматитов, наиболее крупное прослежено на 480 м при мощности в центральной части 64 м. Содержание флюорита не определялось, но его присутствие постоянно отмечается и установлено, что его образование происходило в поздние стадии рудного процесса путем замещения редкоземельных минералов. Месторождение относится к типу альбититов с фторкарбонатно-силикофосфатным редкоземельным оруденением с бериллием и торием. Сходство ряда характеристик месторождения с известными промышленными объектами Баюнь-Обо и Кызылкасен позволяет предполагать перспективность района на выявление крупного месторождения с комплексными флюорит-бериллий-редкоземельными рудами.

Хинганский флюорит-оловорудный район (9 на рис. 1, рис. 2) представлен месторождениями Мало-Хинганской СФО, где флюоритовое и оловорудное оруденение связано с хингано-олонойским комплек-

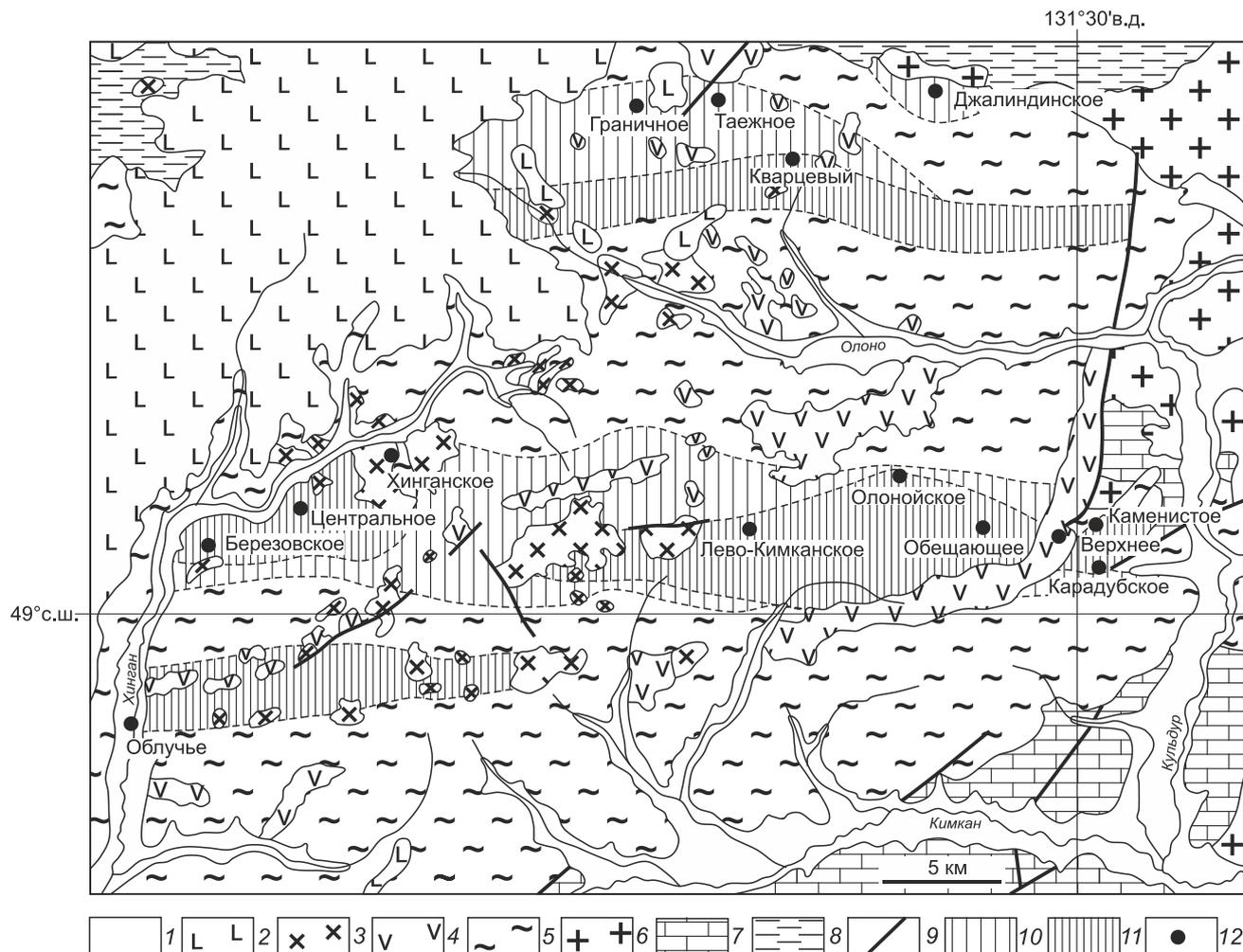
сом субвулканических интрузий гранит-порфиров, риолитов и лейкогранитов с повышенным содержанием фтора и бора.

Их типичным представителем является Хинганское месторождение, где оруденение представлено зонами брекчий с касситерит-хлорит-кварцевой и касситерит-флюоритовой минерализацией в гранитах и риолитах. Для рудных зон характерно постоянное присутствие флюорита в виде вкрапленности, флюорит-кварцевых прожилков, цемента брекчий и друзовых выделений в пустотах. Повышенные (среднее 10.9, максимальное до 20 %) содержания  $\text{CaF}_2$  характерны для участков интенсивного метасоматоза в верхних горизонтах северной части месторождения; с глубиной его содержание снижается до 1.5 %.

Связь флюоритовой и оловянной минерализаций устанавливается практически для всего Малого Хингана. Флюорит постоянно присутствует в оловорудных зонах месторождений и проявлений как в составе руд, так и в виде самостоятельных, практически мономинеральных жил и зон минерализации. Оловорудные тела обычно оконтурены ореолами рассеяния фтора с содержаниями  $\text{CaF}_2$  порядка 3 %. Флюорит в основном зеленый, крупнокристаллический, высокотемпературный, для него характерны повышенные содержания редкоземельных элементов иттриевой группы.

Работами [1, 9] выявлены высокие содержания редких земель на месторождении Верхнее на востоке Малохинганского рудного района (рис. 2). Здесь над апикальной частью штока гранит-порфиров вскрыто вертикальное трубообразное тело эруптивных брекчий размером  $50 \times 120$  м на поверхности и  $65 \times 200$  м на глубине 80–100 м, прорывающее толщу риолитовых игнимбритов. Контакты брекчий тектонические, в них риолиты раздроблены до мелкого щебня, по которому развиваются массивные топаз-кварцевые грейзены. Центральная часть тела брекчий превращена в хлорит-серицит-кварцевые метасоматиты, в которых обломки брекчий сцементированы рудной массой с касситеритом, флюоритом, хлоритом, кварцем. Среди поздних брекчий, превращенных в рыхлую серицит-глинистую массу, встречены крупные кристаллы зонально окрашенного флюорита октаэдрического облика. Содержание флюорита в брекчии составляет 3–5 %, в эндоконтакте оно возрастает до 20 %.

По данным [1, 9], в касситерит-топаз-флюоритовых рудах месторождения выявлены редкие минералы, представленные оксидами, фторидами, фтор-карбонатами и арсенатами редкоземельных элементов, ассоциирующие с монацитом (Ce) и торийсодержащим монацитом и ксенотимом. Зональный флюорит



**Рис. 2.** Схема размещения флюорит-оловорудной минерализации в Хинганском рудном районе, с использованием материалов Н.П. Емельянова и В.Д. Кириной (1984 г).

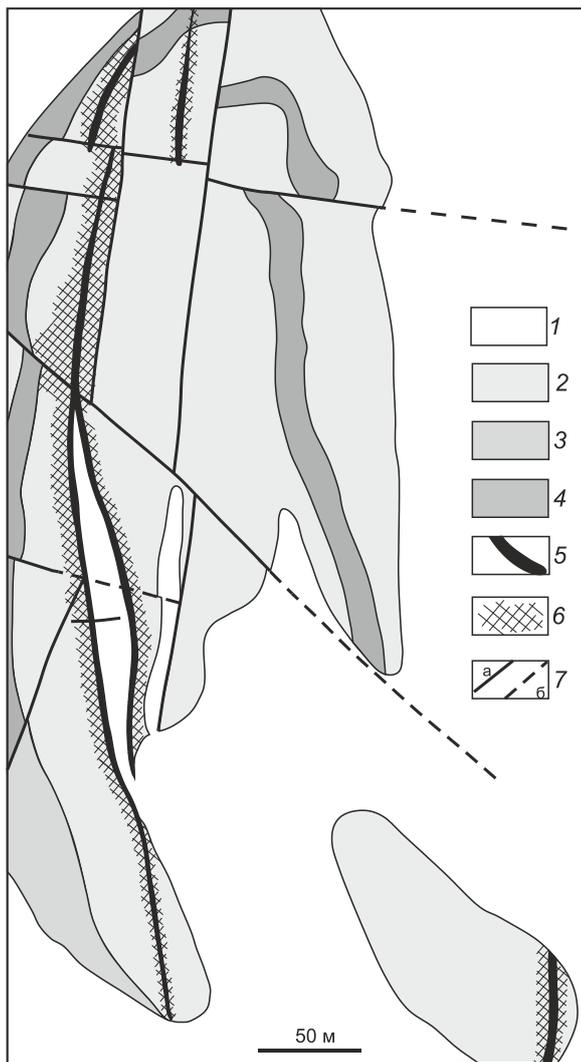
1 – современные русловые отложения; 2 – покровы базальтов (N-Q); 3 – гранит-порфиры, граносиенит-порфиры ( $K_2$ ); 4 – экструзии риолитов, риодацитов ( $K_2$ ); 5 – игнимбриты, туфы, туфобрекчии, лавобрекчии риолитов, риодацитов, дацитов, дациандезитов ( $K_{1-2}$ ); 6 – граниты, гнейсограниты (PZ); 7 – терригенно-карбонатная толща (V-E); 8 – слюдяные сланцы, кварциты, мраморы, гнейсы (PR); 9 – разломы; 10 – поля развития пропилитов и кварц-серичитовых метасоматитов; 11 – зоны окварцованных пород с кварцевыми и флюорит-кварцевыми прожилками; 12 – оловорудные месторождения и рудопроявления, содержащие флюорит.

содержит РЗЭ в виде изоморфной примеси, а также в виде тонких вкраплений и сростков РЗЭ-содержащих минералов. Флюориты других месторождений района также содержат повышенные концентрации РЗЭ.

Широкое распространение флюоритовой минерализации в районе установлено и за пределами месторождений в полосе шириной 2–2,5 км, прослеживающейся в широтном направлении на 15 км от верховий р. Олоно до р. Станолір. Здесь проявлено прожилковое окварцевание, каолинизация, присутствуют брекчии, сцементированные халцедоновидным кварцем. Флюорит отмечается в составе кварцевых прожилков, гнезд и вкрапленности в зонах дробления вулканитов. Вблизи г. Облучье гидрогеологической

скважиной пересечена жила флюорита мощностью по керну 3 м.

В юго-западной части Хинганского района известно Богучанское сурьмяно-флюоритовое месторождение, которое изучалось и незначительно обрабатывалось в 1914 и 1940 гг. Оно представлено зоной брекчирования длиной 430 м в поздне меловых туфоконгломератах с субгоризонтальным прослоем туффитов и песчаников (рис. 3). Для зоны характерны флюоритовые прожилки, гнезда и вкрапленность, а также ветвящиеся жилы мономинерального флюорита мощностью до 1,3 м с линзовидными включениями антимонита, халцедона с обломками вмещающих пород. Близповерхностный характер и связь с поздне-



**Рис. 3.** Геологическая схема Богучанского месторождения флюорита, по М.М. Ветчинкину (1944 г.).

1 – элювиально-делювиальные отложения и песчано-конгломератовые отложения древних долин; 2 – туфоконгломераты с прослоями туфогенных песчаников, туффитов ( $K_2$ ); 3 – риолиты ( $K_2$ ); 4 – горизонт туфопесчаников, туффитов; 5 – зоны окремненных и флюоритизированных брекчий с флюоритовыми жилами; 6 – зоны окремненных пород; 7 – разломы вскрытые (а), предполагаемые и перекрытые наносами (б).

меловым вулканизмом обусловили выделение месторождения в самостоятельный эпитермальный подтип флюоритовой формации.

Район представляется перспективным как на комплексное флюорит-оловорудное, так и на собственно флюоритовое оруденение.

Сагды-Бирский флюоритоносный район (10 на рис. 1) расположен в неоднократно активизированной южной части Буреинского массива. Здесь среди ранне-среднепалеозойских гранитов и гранодиоритов

сохранилась вулканоструктура размером  $8 \times 19$  км, сложенная риолитами и их туфами, лавобрекчиями с подчиненным количеством дацитов. Вулканиды прорваны дайками гранит-порфиров. В южной периферической части вулканоструктуры выявлены непромышленные Потаповское, Дальнее и Никитинское рудопроявления флюорита, представленные сериями маломощных жил, сложенных халцедоновидным кварцем, мелкозернистым желтовато-белым и фиолетовым флюоритом с редкой вкрапленностью пирита, арсенипирита. По простиранию жилы нередко переходят в зоны раздробленных, окварцованных и флюоритизированных риолитов. Здесь же расположено Преображенское флюорит-бериллиевое месторождение, по которому подсчитаны запасы флюорита и разработана технология его извлечения. Перспективный формационный тип оруденения, наличие вулканоструктур и общий флюоритоносный характер области обуславливают возможность выявления здесь рудопроявлений с промышленными характеристиками.

В Амуро-Охотской СФО выделен Джагдинский флюорит-фосфоритоносный район (11 на рис. 1) с проявлениями флюорит- и фторсодержащих фосфоритов. Располагающиеся здесь проявления Лагапское, Ним-Намыр и другие представлены горизонтами седиментационных фосфатсодержащих вулканогенно-кремнистых и известковых брекчий, которые прослеживаются в виде 120-километровой полосы северо-восточного простирания в породах кембрия и ордовика. На проявлении Лагапское выделено 46 залежей линзовидно-пластовой формы мощностью до 10 м при длине до сотен метров. Флюорит в виде спорадической вкрапленности мелких фиолетовых зерен и гнезд присутствует в известково-фосфатном цементе брекчий. Происхождение флюорита первично-осадочное с незначительным перераспределением на стадии диагенеза, содержание – первые проценты.

В пределах Охотской структурно-формационной области располагается Авлинский флюоритоносный район (12 на рис. 1), где широко развиты вулканиды содержат в сферолитах мелкие зерна флюорита. В подстилающих вулканиды песчано-глинистых породах пермо-триаса развиты зоны дробления с хлорит-кварцевыми метасоматитами и оловорудным оруденением. В центральных частях зон отмечена штокверкообразная сеть кварцевых и флюорит-кварцевых прожилков и жил. На оловорудном месторождении Авлия в центральных частях мощных (3–5 м) флюорит-кварцевых жил флюорит образует вкрапленность светлозеленых кристаллов и агрегатов размером до 10 мм, встречаются блоки мономинерального флюорита размером до  $2 \times 10$  м.

Зоны минерализации изучались на олово и уран, но наличие наложенных вулканитов и другие признаки позволяют предполагать развитие здесь оруденения флюоритовой формации.

В области Ульинского вулканогенного прогиба выделен Мати-Ядринский флюоритоносный район (13 на рис. 1), в риолитах которого установлены мощные протяженные зоны дробления. В зонах развиты кварц-адуляровые, микроклиновые и пропилитовые метасоматиты с прожилками и жилами кварц-флюорит-карбонатного и кварц-барит-сульфидного состава. В метасоматитах присутствуют минералы урана и сульфиды полиметаллов, флюорит встречается в виде вкрапленности, мелкокристаллических агрегатов, гнезд и скоплений. В ряде случаев кварц-флюоритовый материал играет роль цемента в тектонических брекчиях. На территории района вероятно обнаружение промышленных кварц-флюоритовых руд с полиметаллами, золотом, серебром, ураном, баритом.

Остальные флюоритоносные районы признаны малоперспективными. В пределах Алданского щита и Джугджуро-Становой СФО их оруденение представлено вкрапленностью флюорита в пегматитах с редкоземельной и редкометалльной минерализацией. Проявления на территориях Учуро-Майской плиты и Юдомо-Майского прогиба имеют признаки промышленной флюоритоносности, однако большей частью они либо территориально относятся к соседней Якутии, либо вообще не оценивались на флюорит. На Буреинском массиве флюоритоносность малоперспективных районов связана с месторождениями Sn, W, Mo, U, в которых она имеет только минералогический интерес. То же относится и к районам с проявлением флюоритовой минерализации в Сихотэ-Алинских СФО.

Оценка ресурсов флюорита в Хабаровском крае, ЕАО и Амурской области не производилась. На государственном балансе числятся запасы флюоритоловянных руд Хинганского и флюорит-бериллиевых руд Преображенковского месторождений. В соответствии с [5, 6, 12] и на основании анализа данных по флюоритносности выделенных структуро-формационных зон произведена оценка прогнозных ресурсов ряда месторождений и перспективных флюоритоносных районов. Так, ресурсы по Богучанскому и Флюоритовому (Среднесафроновское) месторождениям (1.9 млн т флюорита) отнесены к категории  $P_2$ , ресурсы по Кет-Капскому, Хинганскому, Авлинскому, Мати-Ядринскому и Сагды-Бирскому рудным районам (10.4 млн т флюорита) отнесены к категории  $P_3$ . Ресурсы по другим перспективным флюоритоносным районам, согласно [4, 5, 12], могут быть отнесены к

минеральному потенциалу. Это ресурсы, которые в ближайшее время не будут использованы, но при развитии в регионе благоприятных географо-экономических условий могут быть оценены по категории  $P_3$ . В этом случае минеральный потенциал региона составит 25 млн т флюорита. Относительная распространенность и значимость флюоритовых формаций приведены в таблице.

#### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ, ЕАО И АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Анализ приведенных выше данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Проявления редкоземельно-флюоритовой формации и её флюоритсодержащих аналогов сосредоточены на юго-восточной окраине Сибирской платформы в Юдомо-Майском прогибе и на Алданском щите, где они связаны с проявлениями щелочного магматизма преимущественно центрального типа, контролируемого зонами глубинных разломов.

2. Проявления бериллий-флюоритовой формации тяготеют к зонам разломов, ограничивающих блоки фундамента, либо к рифтовым структурам тектономагматической активизации срединных массивов. Они преимущественно локализируются в апикальных частях гранитных массивов, прорывающих карбонатные породы, чаще всего приурочены к поздним фазам малоглубинных кислых и ультракислых гранитоидов литий-фтористого типа, либо связаны с зонами щелочного метасоматоза.

3. Проявления флюорит-оловорудной формации пользуются преимущественным распространением в пределах складчатых систем и вулcano-тектонических структур, наложенных на Буреинский и Охотский массивы, тяготея к зонам ограничивающих эти системы глубинных пограничных разломов, и контролируются расположением рудоносных гранитоидных массивов.

4. Проявления полиметаллическо-флюоритовой формации и её флюоритсодержащих аналогов фиксируются в пределах складчато-глыбовых поднятий на окраине Сибирской платформы, где широко распространены рифогенные карбонаты, формировавшиеся в условиях эпиконтинентальных палеошельфовых бассейнов, заложившихся вдоль зон глубинных разломов на периферии дорифейских континентальных блоков, либо в структурах активизированного чехла (Юдомо-Майский прогиб и породы чехла Учуро-Майской плиты). Здесь флюоритовая и полиметаллическая минерализации локализируются, главным обра-

зом, в местах окварцевания, иногда брекчирования доломитов верхней части нижнеюдомской подсвиты венд-кембрийского возраста. Они имеют черты как эпитегрмального генезиса, так и первично-осадочного образования с последующей переработкой на стадии диагенеза и катагенеза.

5. Размещение проявлений флюоритовой формации и её флюоритсодержащих аналогов контролируется поясами континентальных азральных вулканитов кислого состава и наложенными рифтогенными структурами в зонах влияния глубинных разломов. Они распространены в краевом вулканогенном поясе (особенно в пределах и в обрамлении Охотского массива) и на Буреинском массиве (Хингано-Олонойская ВТС).

6. В Амуро-Охотской СФО повышенная концентрация фтора отмечается в фосфоритах Джагдинского района, где она коррелирует с содержанием олова, вольфрама, бериллия и фосфора.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целенаправленное изучение флюоритового оруденения на территории Хабаровского края, ЕАО и Амурской области не проводилось. Большинство рудопроявлений флюорита было установлено в процессе съёмочных и поисковых работ попутно с изучением разнотипной минерализации. Нами в результате анализа результатов этих работ и собственных полевых исследований более 600 пунктов флюоритовой минерализации в регионе отнесены к проявлениям редкоземельно-флюоритовой, бериллий-флюоритовой, флюорит-оловорудной, полиметаллическо-флюоритовой и собственно флюоритовой формаций. Наибольшим распространением пользуются проявления флюоритовой формации, а в промышленном отношении наиболее значимы стратиформные проявления полиметаллическо-флюоритовой и комплексные проявления редкоземельно-флюоритовой и бериллий-флюоритовой формаций.

Пространственно флюоритовое оруденение большей частью приурочено к краевым частям жестких блоков. Так, в обрамлении Сибирской платформы в породах основания чехла распространены стратиформные первично-осадочные проявления флюорита, генетически связанные с карбонатно-галоидными формациями мелководного шельфа. С ними ассоциируют регенерированные гидротермально-метасоматические и жильные образования. В местах наложения на эти породы щелочно-ультрабазитового магматизма развиваются проявления редкоземельно-флюоритовой формации карбонатитового типа. Для срединных массивов и жестких блоков в пределах складчатых систем характерна разноформационная флюоритовая

минерализация при ведущей роли в промышленном отношении проявлений стратиформной полиметаллическо-флюоритовой формации.

Для складчато-глыбовых областей флюоритовая минерализация не характерна. В подчиненном виде она присутствует в составе редкометалльных рудных формаций и приурочена к краевым частям блоков фундамента с наложенными вулканогенными прогибами и зонами разломов. В окраинном вулканогенном поясе минерализация преимущественно флюоритовой формации эпитегрмального типа распространена во внешней и перивулканической зоне пояса и практически отсутствует во внутренней зоне.

Флюоритовые проявления отмечаются практически во всех выделенных структурно-формационных зонах, но распределены в них неравномерно, группируясь в 32 флюоритоносных рудных района, среди которых 13 отнесены к перспективным. По наиболее изученным месторождениям перспективных районов подсчитаны прогнозные ресурсы руды категорий  $P_2$  и  $P_3$ , которые составили 1.9 и 10.4 млн т флюорита, соответственно. По недостаточно изученным районам подсчитаны металлогенические ресурсы (минеральный потенциал) в количестве 25 млн т флюорита.

Несмотря на большую перспективность отдельных флюоритоносных районов, их освоение в настоящее время сдерживается значительной удаленностью от экономически развитых центров, относительно небольшими запасами и отсутствием рентабельных технологий переработки комплексных флюоритовых руд.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гореликова Н.В., Семеняк Б.И., Коростелев П.Г. и др. Минералы редких земель в редкометалльных грейзенах месторождения Верхнее (Хингано-Олонойский район, Примурье, Россия) // Тихоокеан. геология. 2022. Т. 41, № 6. С. 75–91.
2. Гурьянов В.А. Геология и металлогения Улканского района (Алдано-Становой щит). Владивосток: Дальнаука, 2007. 227 с.
3. Егоров И.И., Овчинников И.П., Никифоров К.А. О новом типе флюоритовых руд // Разведка и охрана недр. 1966. № 9. С. 13–18.
4. Иванова А.А. Прогнозирование флюоритового оруденения на основе формационной классификации // Разведка и охрана недр. 1977. № 7. С. 12–18.
5. Иванова А.А., Михайлова Ю.И., Новолинская С.А. Флюорит // Критерии прогнозной оценки территории на твердые полезные ископаемые. Л.: Недра, 1986. С. 610–628.
6. Коплус А.В. Плавиковый шпат // Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Ч. 4. М., 1989. С. 119–151.
7. Коплус А.В. Минерально-сырьевая база мира и России: состояние, освоение и перспективы развития. Плавиковый шпат // Минеральное сырье. Серия геолого-экономическая. М.: ВИМС, 2000. № 5. 86 с.

8. Коплус А.В., Романов А.Г. Состояние, проблемы и перспективы минерально-сырьевой базы плавикового шпата в России // Разведка и охрана недр. 2012. № 6. С. 36–42.
9. Коростелев П.Г., Семеняк Б.И., Демашов С.Б. и др. Некоторые особенности вещественного состава руд месторождений Хингано-Олонойского района // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2000. Вып. 1. С. 202–225.
10. Куприянова И.И., Шпанов Е.П. Бериллиевые месторождения России. М.: ГЕОС, 2011. 353 с.
11. Мартынюк М.В., Васькин А.Ф., Вольский А.С. и др. Геологическая карта Хабаровского края и Амурской области. 1:500 000: Объясн. зап. Хабаровск. 1988.
12. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Плавиковый шпат. Казань. 1986. Вып. А. С. 134–151.
13. Новикова М.И., Заболотная Н.Н. Бериллиеносные полевошпатовые метасоматиты мезозойских зон активизации // Сов. геология. 1988. № 12. С. 92–100.
14. Онтюев Д.О. Геология комплексных редкоземельных месторождений. М.: Недра, 1984. 190 с.
15. Онтюев Д.О. Комплексные редкоземельные месторождения – новые источники бария, стронция и фтора // Сов. геология. 1988. № 4. С. 33–42.
16. Рязанцева М.Д. Флюоритовые месторождения Ханкайского срединного массива // Геология и генезис флюоритовых месторождений. Владивосток, 1986. С. 98–107.
17. Таусон Л.В. Геохимические типы и потенциальная рудоносность гранитоидов. М.: Наука, 1977. 280 с.
18. Фролов А.А., Богдасаров Ю.А. Карбонатиты – новый генетический тип месторождений флюорита // Разведка и охрана недр. 1968. № 7. С. 6–8.
19. Черепанов А.А., Крутов Н.К., Рязанцева М.Д., Архипов Г.Г. Флюоритовое оруденение Дальнего Востока и Северо-Востока СССР // Труды Ассоциации Дальнедра. Хабаровск, 1991. Вып. 1. С. 170–189.
20. Черепанов А.А., Бердников Н.В. Стратиформное флюоритовое оруденение в обрамлении Сибирской платформы и на Востоке России. Хабаровск, 2022. 112 с.

*Рекомендована к печати А.П. Сорокиным*

после доработки 10.03.2023 г.

принята к печати 24.03.2023 г.

*A.A. Cherepanov, N.V. Berdnikov*

### **Potential of Khabarovsky Krai, Jewish Autonomous Oblast and the Amur Oblast for fluorite mineralization**

The available data on the presence of fluorites in the Khabarovsky Krai, the Jewish Autonomous Oblast and Amur Oblast have been synthesized. Fluorite deposits and occurrences are classified as rare-earth-fluorite, beryllium-fluorite, fluorite-tin-ore, polymetallic-fluorite, and fluorite. Also, fluorite occurs in ore deposits and phosphorite deposits. The features of their localization in different tectono-stratigraphic areas of the region are shown. Fluorite-bearing regions were identified and their potential for development was assessed. Fluorite occurrences that are economically attractive targets for exploration are located along the periphery of the Siberian platform and in the southern part of the Bureya massif. Forecast resources of fluorite were calculated and the prospects for their industrial development were assessed.

**Key words:** minerogenetic provinces, fluorite-bearing assemblages, deposits, fluorite, Amur Oblast, Jewish Autonomous Region, Khabarovsky Krai.