

УДК 553.634.12.061.2(571.65)

## **ФЛЮОРИТОНОСТЬ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ**

**Черепанов А. А., Бердников Н. В.**

*ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю. А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*  
E-mail: aleksherepanov@yandex.ru

На Северо-Востоке России зафиксировано одно месторождение и 217 проявлений флюорита, которые сгруппированы в собственно флюоритовую, редкометалльно-флюоритовую и полиметалльно-флюоритовую минерогенетические формации. Наиболее распространены проявления флюоритовой формации, а по ресурсам наиболее важны стратиформные проявления Урультуно-Тасканской зоны на Омудевском поднятии. Собственно флюоритовые проявления широко распространены в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса. Выделены флюоритовые пояса, области и зоны. Оценены минерогенетические ресурсы флюорита по региону.

**Ключевые слова:** Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, Омудевское поднятие, Урультуно-Тасканская зона, месторождение Урультун, флюоритовые формации, минерогенетические ресурсы.

DOI: 10.34078/1814-0998-2022-1-3-13

Флюорит ( $\text{CaF}_2$ ) – экономически и стратегически важное минеральное сырье, широко используемое во многих отраслях промышленности. В 2012 г. обеспеченность промышленности РФ флюоритом собственной добычи не превышала 20–25 % (Коплус, Романов, 2012), в последние годы она еще более снизилась из-за приостановки работ Ярославского ГОКа в Приморском крае.

По данным ГКЗ на территории РФ разведано около 30 млн т флюорита, сконцентрированного в 40 месторождениях, большая часть которых локализована в Забайкалье и Республике Бурятия. На Дальнем Востоке до 2012 г. добывалось более 80 % всего флюорита России. Эксплуатировались Вознесенское и Пограничное – крупнейшие по запасам и перспективам месторождения Приморья. Разработка велась Ярославской горнорудной компанией, производившей до 330 тыс. т флюоритового концентрата ежегодно. В настоящее время деятельность Ярославского ГОКа остановлена вследствие низкой рентабельности – переработка относительно бедных (18–24 % флюорита) руд требует существенного изменения технологии и технического перевооружения предприятия. В связи с этим актуальным становятся поиск и разведка месторождений с более высоким качеством руды.

Если сведения о флюоритовости Приморского края, Якутии и других регионов Дальне-

го Востока частично опубликованы (Рязанцева, Шкурко, 1992), то флюоритовость Северо-Востока РФ изучена крайне недостаточно (Шпикерман, 1987). В 1988–1995 гг. сотрудниками научных подразделений Дальнего Востока (А. А. Черепанов, М. Д. Рязанцева и др.) совместно с сотрудниками ВСЕГЕИ (А. А. Иванова) выполнена работа по прогнозно-минерогенетической оценке территории Дальнего Востока и Северо-Востока России на флюорит. Выделены провинции и районы флюоритовой минерализации, установлены их генетические и минерогенетические типы, дана предварительная прогнозная оценка ресурсов. Наиболее перспективными признаны районы Приморского края, Магаданской области и южной части Якутии (Черепанов и др., 1991). В Омудевском рудном районе Магаданской области установлены уникальные по геологическим особенностям флюоритовые и флюорит-полиметаллические месторождения, а в пределах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса – жильные кварц-флюоритовые проявления с высоким качеством руды. Настоящая статья представляет собой анализ имеющихся материалов по флюоритовости Северо-Востока России.

### **ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ**

Характеризуемый регион расположен в Северо-Западном секторе Тихоокеанского подвижного пояса. На его территории выделены

микроконтиненты с дорифейским фундаментом и палеозойско-мезозойским деформированным чехлом, соответствующие в современной систематике кратам и кратонным террейнам; рифейско-палеозойские складчато-глыбовые сооружения (континентальные активные и пассивные окраины); мезозойские и кайнозойские коллизионные и аккреционные складчатые системы с наложенными на них коллизионными и постколлизионными впадинами, островодужными и окраинно-континентальными вулканическими поясами (рис. 1).

Наиболее древними образованиями являются Омогонский, Тайгоносский и Чукотский микроконтиненты, соответствующие ранее выделяемым срединным массивам, и Приколымское и Омуревское поднятия, относящиеся к

рифейско-палеозойским складчатым сооружениям. Они разделяются коллизионными складчатыми системами – Чукотской, Яно-Колымской и Алазейско-Олойской, составляющими в совокупности Верхояно-Чукотскую складчатую область, и отделяются от кайнозойской аккреционной Корякско-Камчатской области окраинно-континентальным Охотско-Чукотским вулканогенным поясом (ОЧВП).

Микроконтиненты – это тектонически обособленные блоки, ограниченные зонами глубинных разломов. Их фундамент представлен архейско-раннепротерозойским комплексом гнейсов, амфиболитов, кристаллических сланцев с подчиненным количеством мраморов и кальцифилов. Деформированный чехол сложен карбонатными и терригенно-карбонатными формациями ри-

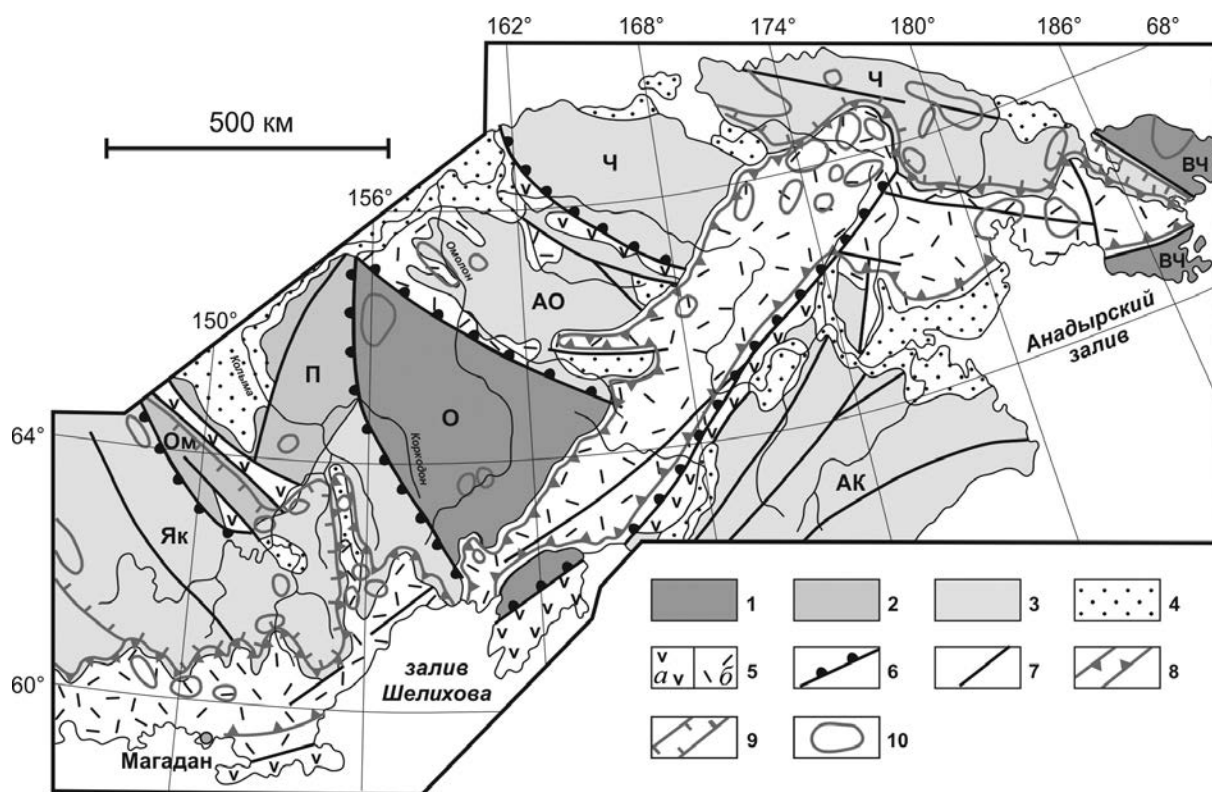


Рис. 1. Тектоническая схема районирования Северо-Востока России по (Геологическая..., 1982; Геодинамическая..., 1989) с изменениями и дополнениями: 1 – микроконтиненты с дорифейским фундаментом: ВЧ – Восточно-Чукотский, О – Омогонский, Т – Тайгоносский; 2 – рифейско-палеозойские складчато-глыбовые сооружения: Ом – Омуревское, П – Приколымское; 3 – коллизионные и аккреционные складчатые системы: ЯК – Яно-Колымская, АО – Алазейско-Олойская, Ч – Чукотская, АК – Анадырско-Корякская; 4 – коллизионные и постколлизионные впадины; 5 – островодужные (а) и окраинно-континентальные (б) вулканические пояса; 6 – краевые (коллизионные) швы; 7 – зоны разломов; 8 – Охотско-Чукотский флюоритоносный пояс; 9 – флюоритоносные области и зоны; 10 – флюоритоносные районы и узлы

Fig. 1. Tectonic scheme of the Russian North-East after (Geologic..., 1982; Geodynamic..., 1989) with additions and alterations: 1 – microcontinents with pre-Riphean base: ВЧ – East-Chukotka, О – Omonsky, Т – Taygonosky; 2 – Riphean-Paleozoic fold-block systems: Ом – Omulevskoye, П – Prikolymskoye; 3 – collision and accretion fold systems: ЯК – Yano-Kolymskaya, АО – Alazeysko-Oloyskaya, Ч – Chukotskaya, АК – Anadyrsko-Koryakskaya; 4 – collision and post-collision basins; 5 – island-arc (a) and continent margin (b) volcanic belts; 6 – boundary (collision) sutures; 7 – fault zones; 8 – Okhotsk-Chukotsk fluorite belt; 9 – fluorite-bearing areas and zones; 10 – fluorite-bearing regions and points

фейского, палеозойского и мезозойского возраста. Образования континентального склона и его подножья в пределах Яно-Колымской и Чукотской складчатых систем представлены мощными толщами терригенных формаций флишеидного строения.

Группа структурных подразделений активных континентальных окраин объединяет аккреционные призмы сложного строения, часто с офиолитами, палеоаналоги образований краевых морей, междугловых и задуговых бассейнов, фрагменты островных дуг, окраинно-континентальный вулканический пояс, коллизионные и постколлизионные впадины. В размещении флюоритовой минерализации большую роль играет Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, относящийся к окраинно-континентальным поясам андийского типа. Он представляет собой протяженную структуру, прослеживаемую от Чукотки до Удской губы на 3500 км при ширине 50–70 км, наложенную на различные структурные зоны «мезозой» и микроконтинентов. На всем своем протяжении он контролируется зонами глубинных разломов крутого заложения типа сейсмофокальных зон (СФЗ), наклоненных под континент. Пояс сложен разнообразными вулканитами известково-щелочных серий ранне-, позднемелового возраста. Вулканиты разделены на ряд поперечных сегментов и на внешнюю и внутреннюю продольные зоны. Вулканогенные образования внутренней зоны сложены преимущественно лавами базальтов и андезибазальтами мощностью 3–5 км. Во внешней зоне преобладают игмбриды кислого состава, образующие громадные поля (Центрально-Чукотский отрезок), сложно сочетающиеся с вулканитами основного и среднего составов. С развитием ОЧВП тесно связано формирование разнообразных гранитоидов, входящих в состав единых вулканоплутонических ассоциаций. Гранитоиды внешней зоны ОЧВП обычно далеко проникают в «мезозойды», что

послужило основанием для выделения перивулканической зоны, а также позволило отнести ОЧВП к системе тектономагматической активизации (ТМА), развивающейся над наклонными СФЗ и фиксирующую, совместно с активизированными мезозойдами, дальнейшую стадию континентализации океанической коры (Умитбаев и др., 1981).

К структурам, завершающим развитие описанных областей, относятся многочисленные коллизионные и постколлизионные впадины, vyplненные молассовыми формациями позднемелового – четвертичного возраста.

Флюоритоносными являются не все металлогенические эпохи и этапы развития. Наиболее продуктивен среднепалеозойский этап со стратиформным и жильным флюорит-полиметаллическим оруденением. Позднеюрско-меловой этап характеризуется широким развитием проявлений редкометалльно-флюоритового и эпитепмально-флюоритового оруденения.

#### ФОРМАЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ ТИПЫ ФЛЮОРИТОВОГО ОРУДЕНЕНИЯ

На территории Северо-Востока России нами выявлены 454 пункта флюоритовой минерализации, из которых 218 классифицированы как месторождения и проявления (табл. 1).

В настоящее время известно несколько систематик флюоритовых месторождений на формационной основе (Иванова, 1975, 1977; Комарова, 1989; Коплус, 1989, 2000; и др.). Наиболее приемлемой при обобщениях по большим регионам представляется классификация А. А. Ивановой (1977), принятая нами за рабочую основу с незначительными дополнениями и изменениями (Черепанов и др., 1991). В ней учтены следующие особенности флюоритовых месторождений: вещественный состав, характер проявле-

Таблица 1. Флюоритоносность структурно-формационных систем Северо-Востока России  
Table 1. Fluorite mineralization of structure-formation systems in Russia's North-East

| Структурно-формационная зона         | Пункты флюоритовой минерализации |      | Месторождения и проявления флюорита |      |
|--------------------------------------|----------------------------------|------|-------------------------------------|------|
|                                      | количество                       | %    | количество                          | %    |
| Яно-Колымская система                | 106                              | 23.3 | 16                                  | 7.3  |
| Чукотская система                    | 74                               | 16.3 | 13                                  | 6.0  |
| Омулевское поднятие                  | 48                               | 10.6 | 36                                  | 16.5 |
| Приколымское поднятие                | 3                                | 0.6  | 1                                   | 0.5  |
| Омолонский массив                    | 30                               | 6.6  | 10                                  | 4.6  |
| Олойская система                     | 17                               | 3.7  | —                                   | —    |
| Анадырско-Корякская система          | —                                | —    | —                                   | —    |
| Восточно-Чукотский массив            | 34                               | 7.4  | 18                                  | 8.3  |
| Охотско-Чукотский вулканогенный пояс | 142                              | 31.3 | 124                                 | 56.9 |
| Всего                                | 454                              | 100  | 218                                 | 100  |

ния в геотектонических элементах земной коры и приуроченность к определенным этапам их развития, связь с магматическими формациями и оруденением других типов. Месторождения и рудопроявления региона отнесены к трем формациям с разделением их на минеральные типы (табл. 2).

#### **Редкометалльно-флюоритовая формация.**

Месторождения этой формации относятся к группе высокотемпературных скарново-грейзеновых и гидротермальных образований. Их основной особенностью является приуроченность к поздним фазам комплексов кислых и ультракислых гранитоидов литий-фтористого типа. Месторождения обычно локализуются в карбонатных породах, в апикальных и надынтрुзивных частях прорывающих их гранитных массивов. Отложение флюорита связывается с многостадийными процессами грейзенизации. Рудные тела представлены сложными метасоматическими залежами в экзоконтактовых зонах (апокарбонатные грейзены), кварцево-жильными зонами в скарнах, реже в гранитоидах (Рязанцева, Шкурко, 1992). Формация представлена двумя минеральными типами (см. табл. 2): слюдисто-редкометалльно-флюоритовым и менее распространенным кварц-флюоритовым (жильным). Флюориту часто

сопутствует оловянно-вольфрамовая, молибденовая и бериллиевая минерализация.

Проявления редкометалльно-флюоритовой формации наиболее широко распространены в пределах Уэленского блока Восточно-Чукотского массива (см. рис. 1), где выделен Ветуваамский рудный узел (проявления Юра, Знойное, Мрачный). Здесь, вблизи побережья Чукотского моря, терригенно-карбонатные породы (D-C) **прорываются** штокообразными телами и дайками лейкокатовых гранитов, в апикальных частях которых выявлены кварц-флюорит-мусковитовые грейзены с убогой **Sn, W, Mo, Be минерализацией**. Отмечаются также субпластовые и секущие зоны кварц-флюоритовых прожилков и жил мощностью до 0.8–1.3 м, длиной 20–50 м и содержанием  $\text{CaF}_2$  от 10 до 70 %. На проявлении Итыньюргын среди мраморов каатапвеемской свиты (D-C) закартированы плащеобразные залежи халцедон-монтмориллонит-флюоритовых метасоматитов (Переледов, 1970 г.), сходных с крупнейшими бериллий-флюоритовыми месторождениями Вознесенского района в Приморье (М. Д. Рязанцева, А. А. Черепанов, 1992 г.).

#### **Полиметалльно-флюоритовая формация.**

Ее проявления распространены в Омудевской и Восточно-Чукотской флюоритоносных областях

**Таблица 2. Геолого-минералогическая характеристика месторождений и проявлений флюорита Северо-Востока России**

**Table 2. Geological and mineralogical properties of fluorite deposits and occurrences in Russia's North-East**

| Формация                   | Минеральный тип                     | Рудоносные магматические комплексы    | Вмещающие породы                                | Морфология рудных тел              | Сопутствующие компоненты | Содержание $\text{CaF}_2$ , % | Примеры месторождений и проявлений |
|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Редкометалльно-флюоритовая | Слюдисто-редкометалльно-флюоритовый | Гранит-лейкогранитовый, аляскитовый   | Карбонатные, терригенные, гранитоиды            | Штоки, линзы, пласты, секущие жилы | W, Mo, Sn, Be            | 15–70                         | Знойное, Юра, Мрачное              |
|                            | Кварц-флюоритовый                   |                                       |                                                 |                                    |                          |                               | Пограничное, г. Пытляну            |
| Полиметалльно-флюоритовая  | Стратиформный                       | Риолит-трахириолитовый                | Вулканогенно-осадочные, карбонатные             | Пластовые, линзообразные           | Pb, Zn, Ba, Cu, Hg, Sb   | 20–60                         | Урультун, Ожидание                 |
|                            | Жильный                             |                                       |                                                 | Жилы, зоны брекчий                 |                          |                               | Ожидание 1                         |
| Флюоритовая                | Малосульфидный                      | Риолит-базальтовый и трахибазальтовый | Вулканогенно-осадочные, гранитоиды, терригенные | Жилы, зоны брекчий                 | Ba, Ag, U                | 40–80                         | Повтувеем, Восток-флюоритовый      |
|                            | Сульфидно-флюоритовый               |                                       |                                                 | Прожилковые и жильные зоны         |                          | 20–40                         | Пропущенное                        |



(см. рис. 1). Рудные тела сложены флюоритом, галенитом, сфалеритом, кварцем, иногда баритом, халькопиритом и карбонатами в разных соотношениях. По условиям залегания и морфологии рудных тел в формации выделены два минеральных типа (см. табл. 2) – стратиформный и жильный, больше соответствующих субформациям. Наиболее типичными представителями месторождений стратиформного типа являются флюоритовые месторождения района Иллинойс – Кентукки (Греган, Бредбери, 1972), Тасканар (Казахстан), Барвинское (Прибайкалье) (Коплус, 1989). Типичные жильные полиметалльно-флюоритовые месторождения известны в Средней Азии: Агата-Чибаргата, Наугарзан, Такобское. С месторождениями этой формации параллелизуются месторождения полиметаллических руд и цветных металлов жильного и стратиформного типов. Важнейшей особенностью полиметалльно-флюоритовых месторождений является их тесная связь с карбонатными породами, преимущественно доломитовых, часто рифогенных формаций. Другая особенность – четкий стратиграфический контроль, приуроченность к определенным стратиграфическим горизонтам и пластам, в пределах которых рудные тела залегают согласно с вмещающими породами. Рудоносные горизонты часто выдержаны и устойчивы на протяжении десятков километров. Магматические породы, за исключением редких даек диабазов, как правило, отсутствуют (Черепанов, Архипов, 1998).

На Омудевском поднятии стратиформное полиметалльно-флюоритовое оруденение выявлено в пределах Урультуно-Тасканской зоны, где в разрезах карбонатных пород палеозоя на протяжении более 130 км с перерывами устанавливается от 1 до 6 флюоритоносных горизонтов мощностью от первых сантиметров до 5–6 м и более. В пределах горизонтов выделяются четковидные рудные тела пластовой и линзообразной формы протяженностью от сотен метров до первых километров с содержанием  $\text{CaF}_2$  от 30 до 40 %, местами до 60 % и выше. Руды флюоритовые и комплексные флюорит-полиметаллические с Pb, Zn, Ag. **Отмечаются элементы пространственной палеозональности, выражающейся в смене флюорит-полиметаллической минерализации полиметаллической, сульфатной (барит, гипс), фосфоритовой.** При наложении на рудоносные горизонты тектонических нарушений возникают секущие жильные или брекчиевидные тела гидротермального генезиса, а в местах воздействия магматических пород – пластовые или жильно-штоковерковые метасоматические проявления нередко с более качественными рудами.

Большая роль в изучении стратиформной минерализации Омудевского поднятия при-

надлежит В. И. Шпикерману (Шпикерман и др., 1979 г., 1987, 1990; Сотников, Шпикерман, 1983 г.). Он установил, что возраст стратиформного оруденения в разрезе палеозойских отложений колеблется от позднего ордовика до среднего девона. Наиболее интенсивно оно проявилось в раннедевонских углеродисто-доломитовых толщах битумской и баритовой свит (рис. 2).

Собственно Урультунское флюорит-свинцово-цинковое месторождение включает пять участков, из которых три вскрыты канавами и буровыми скважинами. Оруденение локализуется в узком стратиграфическом интервале нижнего – среднего девона, представленного рифогенными доломитами битумской свиты. Интервал протягивается в северо-западном направлении более чем на 40 км при ширине 3–4 км, тяготея к глубинному разлому Дарпир. Оруденение образует несколько согласных горизонтов мощностью 3–5 м, круто падающих ( $60^\circ$ ) на северо-восток (рис. 3).

Горизонты с флюорит-полиметаллическим оруденением не имеют четких границ и фиксируются по появлению вкрапленников флюорита и сульфидов. Они сопровождаются зонами вкрапленных и прожилковых руд мощностью 50–80 м. Минеральный состав руд: флюорит, сфалерит, галенит, доломит, кальцит, пирит; местами отмечается обогащение руд сульфидами меди. Первичные руды несут признаки диагенетического происхождения, прожилковые и частично вкрапленные руды – более поздние гидротермальные. Выделяются две генерации флюорита: ранняя в виде тонкой вкрапленности темно-фиолетовой окраски, ассоциирующая преимущественно со сфалеритом, редко с галенитом, и поздняя – более крупнозернистая, светло-фиолетовая или бесцветная, ассоциирующая с кальцитом и галенитом. Температуры гомогенизации газово-жидких включений в раннем флюорите 200–260 °С, в позднем 110–170 °С (Шпикерман, 1987). Среднее содержание  $\text{CaF}_2$  в разведанных рудах 35 %, Pb – 2.85 % (с колебаниями от 0.4 до 8.55 %), Zn – 6.74 % (с колебаниями от 3.4 до 9.43 %), Cd – 0.05 %, Ge – 0.009 %, Ag – 8.5 г/т. Прогнозные ресурсы руды по разведанному участку определены в 23 млн т.

К юго-востоку от месторождения Урультун, в бассейне верхнего течения, левых и правых притоков р. Таскан известно более 20 проявлений и точек минерализации с флюорит-полиметаллическим оруденением стратиформного типа, приуроченных к баритовской толще (см. рис. 2). Разрез толщи представлен массивными и тонкослоистыми черными доломитами, реже известняками органогенной текстуры. Здесь же отмечается гидротермальное оруденение в виде жил и прожилков барит-флюорит-кварцевого состава с сульфидами.

| Система     | Отдел   | Ярус                    | Литология | Мощность, м | Основные стратиграфические подразделения | Относительная интенсивность оруденения | Пример объектов |
|-------------|---------|-------------------------|-----------|-------------|------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|
| Девонская   | Верхний | Фаменский               |           | >400        | Стрелкинская свита                       |                                        |                 |
|             |         | Франский                |           | 300-500     | Селажская свита                          |                                        |                 |
|             | Средний | Живетский               |           | 100-650     | Мылгинская свита                         |                                        | Урультунское    |
|             |         | Эйфельский              |           | 200-700     | а - битумская толща                      |                                        |                 |
|             |         |                         |           |             | б - урультунская толща                   |                                        |                 |
|             |         |                         |           |             | в - вечернинская свита                   |                                        |                 |
|             |         | Эммский                 |           |             |                                          |                                        |                 |
| Силурийская | Верхний | Пржидольский+лудловский |           | 180-330     | г - баритовская толща                    |                                        | Ожидание        |
|             |         |                         |           | 400-750     | Нелюдимская свита                        |                                        |                 |
|             | Нижний  | Венлокский              |           | 300-800     | Мирненская свита                         |                                        | Вечернее        |
|             |         |                         |           | 850-1250    | Бизонская свита                          |                                        |                 |
|             |         |                         |           | 300         | Сандуганская свита                       |                                        |                 |
|             |         |                         |           | 200-400     | Маутская свита                           |                                        |                 |
|             |         |                         |           |             |                                          |                                        |                 |
| Ордовикская | Верхний | Ашгиллский              |           | 200-350     | Тирехтяхская свита                       |                                        | Дорожное        |
|             |         |                         |           | 500         | Падунская свита                          |                                        |                 |



Рис. 2. Распространение стратиформного флюорит-свинцово-цинкового оруденения в разрезе Омuleвского поднятия по (Шпикерман, 1987): 1 – известняки; 2 – глинистые и алевролитистые известняки; 3 – доломиты; 4 – глинистые доломиты; 5 – мергели; 6 – алевролиты; 7 – глинистые сланцы; 8 – интервалы развития флюорит-свинцово-цинкового оруденения

Fig. 2. Stratiform fluorite-lead-zinc mineralization in Omulevskoye uplift section after (Shpikerman, 1987): 1 – limestones; 2 – clay and aleuritic limestones; 3 – dolomites; 4 – clay dolomites; 5 – marls; 6 – aleurolites; 7 – clay slates; 8 – intervals of fluorite-lead-zinc mineralization development

Проявления этой формации выделяются также на краевом обрамлении Восточно-Чукотского массива и, ограниченно, на Приколымском краевом поднятии. Жильный тип этой формации про-

явился в пределах Таскано-Урультунской рудной зоны Омuleвского поднятия и в девонских карбонатных толщах чехла Восточно-Чукотского массива (Чегиатунский рудный узел). Он пред-

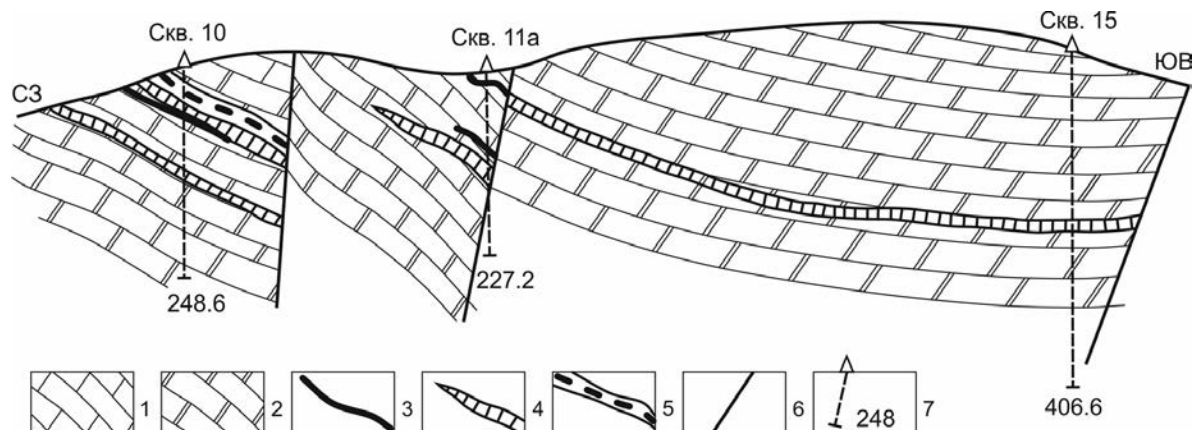


Рис. 3. Геологический разрез участка «Ясный» месторождения Урультун (по В. И. Шпикерману, 1977 г.): 1 – известняки; 2 – доломиты; 3 – рудные тела с флюорит-галенит-сфалеритовым оруденением; 4 – породы с рассеянной флюорит-полиметаллической минерализацией; 5 – доломиты с пиритовой минерализацией; 6 – разрывные нарушения; 7 – поисковые скважины с номерами

Fig. 3. Cross-section of the Yasny site at the Urultun deposit (after V. I. Shpikerman, 1977): 1 – limestones; 2 – dolomites; 3 – ore bodies with fluorite-galena-sphalerite mineralization; 4 – rocks with disseminated fluorite-polymetallic mineralization; 5 – dolomites with pyrite mineralization; 6 – faults; 7 – drill holes

ставлен кварцево-жильными зонами, сопровождающимися доломитизацией, флюоритизацией, баритизацией и антракосолитизацией. В составе жил, кроме кварца, барита и флюорита, много сульфидов, в основном в виде блеклых руд.

**Флюоритовая формация** широко проявлена в пределах Охотской и Чукотской ветвей ОЧВП, а также на севере Омогонского массива в вулканитах кедонской серии. Оруденению присущ простой минеральный состав – это флюоритовые и кварц-флюоритовые жилы, иногда с кальцитом, баритом, адуляром, пиритом и глинистыми минералами. Отмечается пространственная приуроченность проявлений к вулканитам кислого, реже среднего состава, с которыми предполагается парагенетическая связь. По составу в образованиях этой формации выделяются два минеральных типа: малосульфидный кварц-флюоритовый и сульфидно-флюоритовый (см. табл. 2).

Минерализация малосульфидного кварц-флюоритового типа приурочена к верхнемеловым вулканитам ОЧВП, развитым преимущественно во внешней зоне пояса и в его перивулканической зоне, образуя широкие ареалы в Пегтымельском прогибе. Минерализация формирует многочисленные мелкие и средние проявления, представленные жилами и зонами прожилков мощностью от 0.2 до 1.5 м и протяженностью в десятки, реже сотни метров. Отдельные жилы имеют протяженность до 1.5 км. Строение жил четковидное, раздувы часто выполнены одним флюоритом. На глубину оруденение распространяется на 40–60 м с постепенным уменьшением количества флюорита. Жилы становятся кварцевыми и сульфидно-кварцевыми, нередко с золото-серебряным оруденением. В целом прояв-

ления этого типа мелкие, их прогнозные ресурсы оценены в 3 млн т.

Сульфидно-флюоритовый тип распространен ограниченно и устанавливается только в вулканитах ОЧВП. Его проявления отличаются большей ролью сульфидов в составе руд. Содержание флюорита достигает 30 %, сульфиды в виде вкрапленности представлены пиритом, арсенопиритом, галенитом (5–20 %). В жилах постоянно присутствуют золото и серебро.

Кроме собственных месторождений и проявлений, флюорит широко развит в месторождениях бериллия, олова, вольфрама, молибдена, золота, серебра, ртути, урана, в которых он присутствует как попутный компонент, образуя иногда довольно значительные скопления. Поскольку собственно флюоритовые месторождения часто являются крайними членами рудных формаций, можно предположить определенную связь между флюоритовыми и флюоритсодержащими формациями. Они часто размещаются на одних и тех же рудных полях и имеют связь с одним и тем же интрузивным комплексом. В большинстве своем эти проявления не представляют интереса как флюоритовые и имеют только минералогическое значение.

Во флюоритах из проявлений различных формаций изучены распределение элементов-примесей и рентгенолюминесцентные характеристики (А. А. Черепанов, М. Д. Рязанцева, 1992 г.). Повышенные содержания элементов-примесей характерны для флюоритов из месторождений редкометалльно-флюоритовой формации. Флюориты из стратиформных и близких к ним месторождений обеднены редкоземельными элементами. Флюориты редкометалльных, редкометалльно-флюоритовых и оловоруд-



ных проявлений отличаются характерной полосой  $Mn^{2+}$  в рентгенолюминесцентном спектре (редкоземельно-марганцевый тип) и имеют наибольшее содержание редкоземельных элементов. Флюориты проявлений собственно флюоритовой формации имеют редкоземельный тип дефектов кристаллической решетки и большое сходство с флюоритами Забайкалья (А. А. Черепанов, М. Д. Рязанцева, 1992 г.).

### ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ ФЛЮОРИТОВОЙ МИНЕРАЛИЗАЦИИ И МИНЕРАЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

В процессе изучения флюоритоносности Северо-Востока России учтены 454, из которых 218 отнесены к собственно флюоритовой формации (см. табл. 1). В ранге месторождения учтено только месторождение Урультун, хотя ряд проявлений, особенно в Урультуно-Тасканской зоне, в более благоприятной географо-экономической

обстановке могли бы классифицироваться как месторождения.

Все флюоритовое проявление размещено в разновозрастных структурно-формационных зонах и распределено в них неравномерно. Наиболее насыщены проявлениями флюорита вулканогенные пояса, Яно-Колымская и Чукотская складчатые системы, Омулевское поднятие. Практически не флюоритоносны Олойская и Корякская складчатые системы. Такая особенность характерна для областей с формирующейся континентальной корой (Корякия, Камчатка, Сахалин), несущих фемический профиль оруденения (Щеглов, 1982). В размещении флюоритовой минерализации по формациям и минеральным типам четкой закономерности нет, но некоторые элементы контроля и особенностей распространения установлены (табл. 3).

Так, размещение проявлений редкометалльно-флюоритовой формации и ее аналогов (флюорит-

Таблица 3. Факторы контроля оруденения флюоритоносных формаций

Table 3. Factors controlling mineralization of fluorite-bearing formations

| Факторы                                           | Флюоритоносная формация                                                                                                    |                                                                                                                                      |                                                                                                          |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                   | Редкометалльно-флюоритовая                                                                                                 | Полиметалльно-флюоритовая                                                                                                            | Флюоритовая                                                                                              |
| Геотектонические                                  | Зоны ТМА на срединных массивах и складчатых системах                                                                       | Эпиконтинентальные палеошельфовые бассейны по периферии континентальных блоков                                                       | Окраинно-континентальный вулканический пояс                                                              |
| Региональные разрывные нарушения (рудоподводящие) | Разломы по границам тектонических блоков фундамента, контролирующие размещение интрузий                                    | Глубинные разломы, контролирующие размещение рифогенных формаций                                                                     | Зоны глубинных разломов типа СФЗ, контролирующих размещение вулканоплутонических ассоциаций              |
| Магматические комплексы                           | Лейкократовые, субщелочные граниты заключительной фазы                                                                     | ?                                                                                                                                    | Андезит-риолитовые, трахиандезит-трахириолитовые известково-щелочные серии                               |
| Литолого-стратиграфические                        | Карбонатные, терригенно-карбонатные породы палеозоя                                                                        | Карбонатные рифогенные формации среднего палеозоя                                                                                    | Кислые вулканогенные образования девона (кедонская серия) и верхнего мела                                |
| Рудоконтролирующие структуры                      | Оперяющие трещины региональных разломов, зоны трещиноватости в экзоконтактах интрузий, апикальные и надынтрузивные выступы | Тектонические зоны типа надвигов, контакты контрастных пород, играющих роль экранов, вулканокупольные структуры в карбонатных толщах | Вулкано-тектонические структуры, сочетания дуговых и радиальных разломов, зоны повышенной трещиноватости |
| Метасоматические и околорудные изменения          | Скарнирование, грейзенизация, альбитизация, флюоритизация                                                                  | Доломитизация, окварцевание, флюоритизация                                                                                           | Пропилитизация, аргиллизация, окварцевание, адуляризация, карбонатизация                                 |
| Сопутствующая минерализация                       | Sn, W, Mo, Be                                                                                                              | Pb, Zn, Cu, Ag                                                                                                                       | Ba, Au-Ag, Hg, Sb, U                                                                                     |



содержащие месторождения редких металлов) связано с лейкократовыми субщелочными гранитами заключительной фазы преимущественно мелового возраста, распространенными вдоль разломов, ограничивающих тектонические блоки фундамента. Проявления полиметалльно-флюоритовой формации и ее флюоритосодержащих аналогов выявлены локально в пределах окраинных складчато-глыбовых поднятий, где широко распространены карбонатные рифогенные формации. Месторождения собственно флюоритовой формации и ее аналогов контролируются в основном размещением поясов и областей континентальных аэральных вулканитов кислого состава. Последние слагают внешнюю зону ОЧВП и небольшие поперечные и очаговые, часто наложенные на складчатые и другие СФЗ, вулкано-тектонические структуры, включая вулканогенные образования кедонской серии на Омолонском массиве и Приколымском поднятии.

По результатам исследования выделены две крупные минерагенические единицы (провинции), в которых сосредоточено флюоритовое оруденение: Верхояно-Чукотская, пространственно совпадающая с одноименной складчатой областью, и флюоритоносный пояс в окраинно-континентальном Охотско-Чукотском вулканогенном поясе (Черепанов и др., 1991). В составе Верхояно-Чукотской провинции известны четыре минерагенические области – Чаунская, Восточно-Чукотская, Омuleвская и Верхне-Колымская, а в пределах ОЧВП – Охотская и Чукотская (см. рис. 1). Из них Восточно-Чукотская, Омuleвская, Охотская и Чукотская области являются флюоритоносными. В их пределах выделяется ряд более мелких зон, районов и узлов, причем отдельные узлы расположены обособленно и не входят в состав областей (А. А. Черепанов, 1992 г.).

Особое значение имеет Омuleвская флюоритоносная область, в которой обнаружены многочисленные проявления полиметалльно-флюоритовой формации. В ее пределах выявлены рудные зоны и узлы с оруденением различных минеральных типов. Наиболее значительная по площади и протяженности Урультуно-Тасканская флюоритовая зона прослеживается на расстояние более 100 км вдоль глубинного разлома Дарпир (Шпикерман, 1987) и характеризуется развитием стратиформных месторождений карбонатно-сульфидно-флюоритового типа и жильных проявлений барит-кварц-флюоритового типа. Параметры месторождений и проявлений зоны приближаются к промышленным. Кроме флюорита, они содержат в промышленных количествах свинец, цинк, кадмий, серебро и, местами, ртуть.

Поясовое распределение месторождений является одной из важных особенностей их размещения в структурах Тихоокеанского сегмента. Северо-Восток России, по мнению А. Д. Щеглова (1982), представляет собой флюоритоносную мегапровинцию. Охотско-Чукотский флюоритовый пояс, пространственно совпадающий с одноименным вулканогенным поясом, характеризуется широким распространением жильных проявлений флюоритовой формации и ее флюоритосодержащих аналогов с золото-серебряным, урановым и ртутным оруденением.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На Северо-Востоке России зафиксированы 454 пункта флюоритовой минерализации: одно месторождение, 217 проявлений и 236 точек минерализации. Кроме того, флюорит довольно широко распространен в составе месторождений олова, вольфрама, молибдена, полиметаллов, золота, серебра, ртути, урана. С некоторыми из них (олово, полиметаллы, золото, серебро) флюорит образует комплексные руды, в других является примесью.

На основе формационного анализа флюоритовые проявления сгруппированы в собственно флюоритовую, редкометалльно-флюоритовую и полиметалльно-флюоритовую формации. Отмечено также присутствие флюорита в других рудных формациях. Наиболее распространены месторождения флюоритовой формации, а в промышленном отношении – стратиформные проявления полиметалльно-флюоритовой и апокарбонатные грейзены редкометалльно-флюоритовой формации. Наиболее насыщены проявлениями флюорита Охотско-Чукотский вулканогенный пояс и мезозойские складчатые системы, в пределах которых установлены флюоритоносные области, рудные районы и узлы. Омuleвская область, входящая в состав Верхояно-Чукотской флюоритоносной провинции, занимает юго-западную часть Омuleвского поднятия. В ее состав входят две флюоритоносные зоны (и ряд узлов), из которых наиболее перспективна Урультуно-Тасканская. На ее площади расположено крупное стратиформное месторождение Урультун и более десяти рудопроявлений меньшего масштаба. Подсчитанные ресурсы позволяют отнести этот район к одному из наиболее крупных флюоритоносных районов в России, что в благоприятных географо-экономических условиях представляло бы промышленный интерес.

Общая оценка ресурсов флюорита региона, произведенная по усредненным параметрам (Коплус, 1989), составила 69 млн т руды (А. А. Черепанов, 1992 г.). Потребность промышленности страны во флюорите постоянно растет, поэтому со временем флюорит Северо-Востока может быть востребован.

## ЛИТЕРАТУРА

- Геодинамическая карта СССР и прилегающих акваторий м-ба 1 : 2 500 000.* Гл. редакторы: Л. П. Зоненшайн, Н. В. Межеловский, Л. М. Натапов. Москва : Центргеология, 1989.
- Геологическая карта Северо-Востока СССР м-ба 1 : 1 500 000.* Гл. редактор М. Е. Городинский. Ленинград : ВСЕГЕИ, 1982.
- Греган Р. М., Бредберри Дж. К. Флюоритово-полиметаллические месторождения рудного района Иллинойс – Кентукки // Рудные месторождения США. Москва : Мир, 1972. Т. 1. С. 114–144.
- Иванова А. А. Месторождения флюорита в областях тектоно-магматической активизации // Закономерности размещения полезных ископаемых. Москва : Недра, 1975. Вып. 11. С. 224–229.
- Иванова А. А. Прогнозирование флюоритового оруденения на основе формационной классификации // Разведка и охрана недр. 1977. № 7. С. 12–18.
- Комарова Г. Н. Взаимоотношения формаций флюоритовых месторождений // Этапы образования рудных формаций. Москва : Наука, 1989. С. 105–126.
- Коплус А. В. Плавиловый шпат // Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Москва : ВНИИЗарубежгеология, 1989. Ч. 4. С. 119–151.
- Коплус А. В. Минерально-сырьевая база мира и России: состояние, освоение и перспективы развития. Плавиловый шпат // Минеральное сырье. Сер. геолого-экономическая. Москва : ВИМС, 2000. № 5. 86 с.
- Коплус А. В., Романов А. Г. Состояние, проблемы и перспективы минерально-сырьевой базы плавилового шпата в России // Разведка и охрана недр. 2012. № 6. С. 36–42.
- Рязанцева М. Д., Шкурко Э. И. Флюорит Приморья. Москва : Недра, 1992. 158 с.
- Умитбаев Р. Б., Садовский А. И., Сидоров А. А., Смирнов В. Н. Основные черты строения и металлогении Охотско-Чукотской области // Советская геология. 1981. № 9. С. 77–88.
- Черепанов А. А., Архипов Г. Г. Стратиформное флюоритовое оруденение юго-восточной окраины Сибирской платформы // Тихоокеанская геология. 1998. Т. 17, № 1. С. 117–130.
- 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. 179–187.
- Шпикерман В. И. Полиметаллическое оруденение Омuleвского поднятия (Северо-Восток СССР). Владивосток : ДВО АН СССР, 1987. 164 с.
- Шпикерман В. И., Цикарев С. И., Мерзляков В. М. Стратиформная рудоносность центральных районов Северо-Востока СССР : тезисы межрегион. конф. по стратиформным месторождениям. Чита, 1990. Ч. 1. С. 59–60.
- Щеглов А. Д. Флюоритовые пояса Тихоокеанского сегмента Земли // ДАН СССР. 1982. Т. 263, № 1. С. 172–174.

Поступила в редакцию 23.07.2021 г.

Поступила после доработки 05.08.2021 г.

## FLUORITE MINERALIZATION OF THE NORTH-EAST RUSSIA

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

*Yu. A. Kosygin Institute of Tectonics and Geophysics, FEB RAS, Khabarovsk*

One deposit and 217 occurrences of fluorite, grouped in the fluorite, the rare-metal-fluorite, and the polymetal-fluorite mineral formations, are known in Russia's North-East. Occurrences of fluorite formations are most widespread, while the stratiform occurrences in the Urultun-Taskan zone at the Omulevskoye uplift are especially rich in resources. Fluorite occurrences themselves are widespread within the Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt. Fluorite-bearing belts, areas, and zones are distinguished. Fluorite minerogenic resources of Russia's North-East are estimated.

**Keywords:** Okhotsk-Chukotka volcanogenic belt, Omulevskoye uplift, Urultun-Taskan zone, Urultun deposit, fluorite-bearing formations, mineral resources.

## REFERENCES

- Cherepanov, A. A., Arkhipov, G. G., 1998. Stratiform Fluorite Mineralization of South in the eastern Margin of the Siberian Platform, *Tikhookeanskaya Geologiya*. 17, 1, 117–130 [In Russian].
- Cherepanov, A. A., Krutov, N. K., Ryazantseva, M. D., Arkhipov, G. G., 1991. Fluorite Mineralization in the Far East and the North-East of the USSR, *Proceedings of Dalniedra Association*. Khabarovsk. Iss. 1, 179–187 [In Russian].
- Geodynamic Map of the USSR and Adjacent Waters 1 : 2 500 000, 1989. Ed. L. P. Zonenshain, N. V. Mezhelevsky, L. M. Natapov. Moscow, Tsentrgeologiya [In Russian].
- Geologic Map of the North-East of the USSR 1 : 1 500 000, 1982. Ed. M. E. Gorodinsky. Leningrad, VSEGEI [In Russian].
- Gregan, R. M., Bradbury, J. K., 1972. Fluorite-Polymetallic Deposits of Illinois – Kentucky Ore Region, *Ore Deposits of the USA*. Moscow, Mir. 1, 114–144 [In Russian].
- Ivanova, A. A., 1975. Fluorite Deposits in Tectonomagmatic Activation Areas. Moscow, Nedra. Iss. XI, 224–229 [In Russian].
- Ivanova, A. A., 1977. Forecasting Fluorite Mineralization on the Base of Formation Analysis, *Prospecting and Protection of Mineral Resources*. 7, 12–18 [In Russian].
- Komarova, G. N., 1989. Relationships of Fluorite Deposit Formations, *Stages of Ore Strata Formation*. Moscow, Nauka. 105–126 [In Russian].
- Koplus, A. V., 1989. Fluorspar, *Methodology of Ore Resources Estimation*. Moscow, VNIIZarubezhgeologiya. Part 4, 119–151 [In Russian].
- Koplus, A. V., 2000. Mineral Resource Base of the World and Russia: State, Exploration, and Development Perspectives. Fluorspar, *Minerals*. Moscow, VIMS. 5 [In Russian].
- Koplus, A. V., Romanov, A. G., 2012. State, Problems and Perspectives of the Fluorspar Base in Russia, *Prospect and Protection of Mineral Resources*. 6, 36–42 [In Russian].
- Ryazantseva, M. D., Shkurko, E. I., 1992. Fluorite in Primor'ye. Moscow, Nedra [In Russian].
- Shpikerman, V. I., 1987. Polymetallic Mineralization of the Omulevskoye Uplift (North-East of the USSR). Vladivostok, FEB AS USSR [In Russian].
- Shpikerman, V. I., Tsikarev, S. I., Merzlyakov, V. M., 1990. Stratiform Mineralization in the Central Regions of the USSR, *Abstracts of the Interregional Conference on Stratiform Deposits*. Chita. Part 1, 59–60 [In Russian].
- Shcheglov, A. D., 1982. Fluorite Belts of Pacific Segment of the Earth, *DAN USSR*. 263, 1, 172–174 [In Russian].
- Umitbayev, R. B., Sadovsky, A. I., Cidorov, A. A., Smirnov, V. N., 1981. Basic Features of Structure and Metallogeny in the Okhotsk-Chukotka Region, *Sovetskaya Geologiya*. 9, 77–88 [In Russian].