

Новые данные об Ординской пещере

О.И. Кадебская

Н.Г. Максимович





с. Орда

Провал над
Красноярским ходом

Вход в Ординскую
пещеру

Пруд на р. Кунгур

Казаковская гора находится в 1,5 км юго-западнее с. Орда в междуречье Ирени и Кунгура. В 1954 г. Ю.А. Нечаев выявил здесь проявление флюорита, названное позднее Ординским. Минерализация локализована в карбонатных пачках иренской свиты кунгурского яруса нижней перми и, по данным поисковых работ, выполненных Н.А. Даровских (1986), слагает две линзовидные залежи, вытянутые в северо-восточном направлении параллельно руслу р. Кунгур.

Общие сведения о пещере

Длина пещеры по данным съемки выполненной Д.В Осиповым и др. в 2010 г. составляет 4900 м, в том числе подводной части 4600 м.

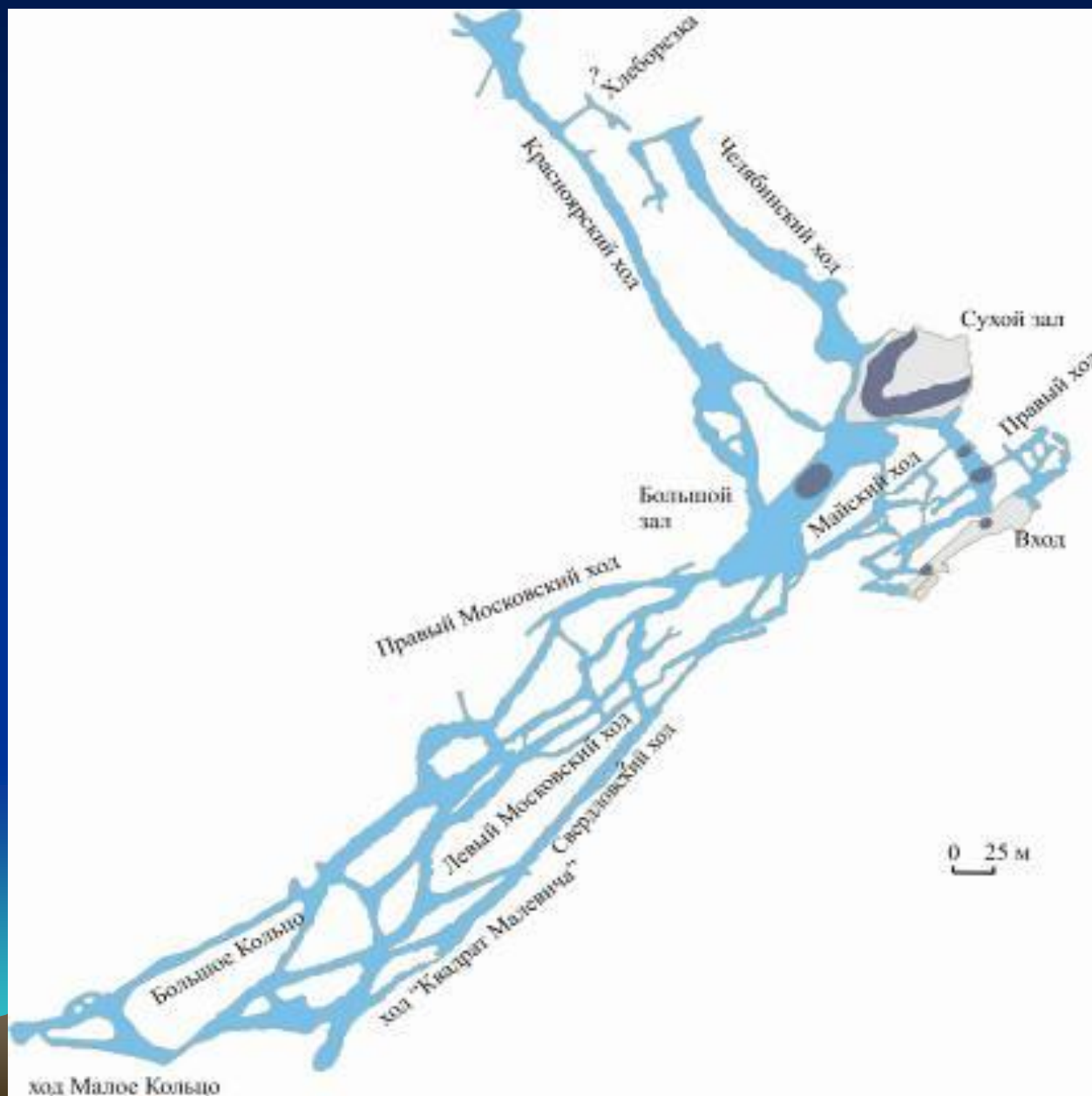
Пещера расположена в тюйской, демидковской, елкинской, шалашнинской, неволинской и ледяно-пещерской пачках сульфатно-карбонатных пород иренского горизонта нижней перми и имеет амплитуду 50 м.

На сегодняшний день она является самой протяженной подводной пещерой мира в сульфатных отложениях.

В районе Ординской пещеры воды разгружаются в зонах литогенетических контактов или тектонических нарушений в виде высокодебитных родников типа воклюзов и субаквально в озера и русла рек, а также в трещины карстующихся пород.



Топосъемка пещеры и поверхности



План Ординской пещеры

(по данным Д.В. Осипова, январь 2010 г.)





Съемка на поверхности производилась при помощи электронного тахеометра Nikon DTM-352.

Проведение поверхностной съемки карстовых форм и совмещение подводных полостей пещеры с планом поверхности позволили выделить наиболее карстоопасные участки.

Всего на изученном пространстве площадью около 1 кв. км зафиксировано 4 провала и 41 воронка.

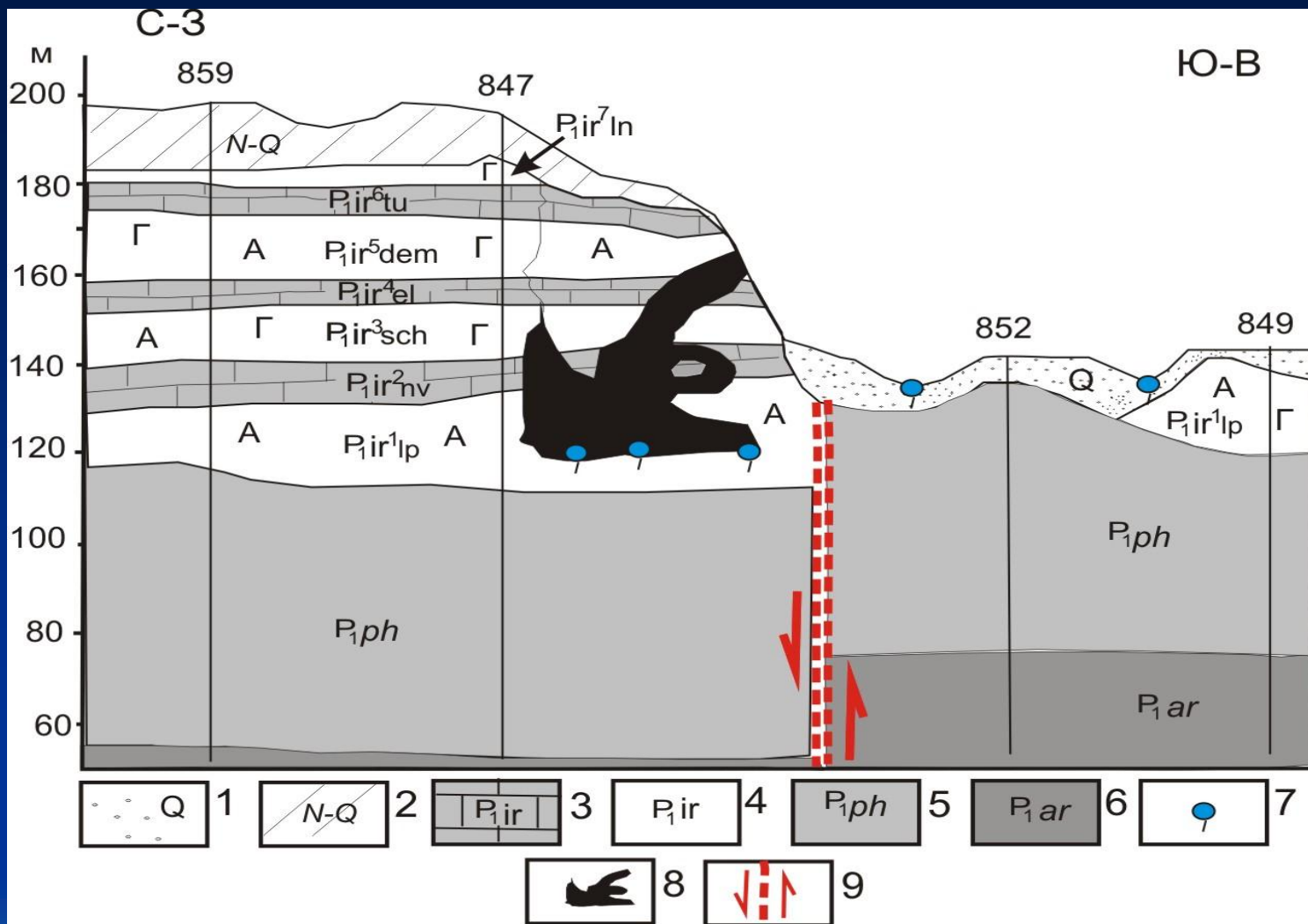
Площадь карстовых деформаций на участке равна 27,1 тыс. кв. м.

Площадь поверхностных карстовых форм составила 2,7 %, а их плотность 45 шт/кв. км

Наблюдения за движением подземных вод



Субаквальные источники (грифоны) в Ординской пещере,
контролирующие разгрузку гидрокарбонатно-кальциевых вод



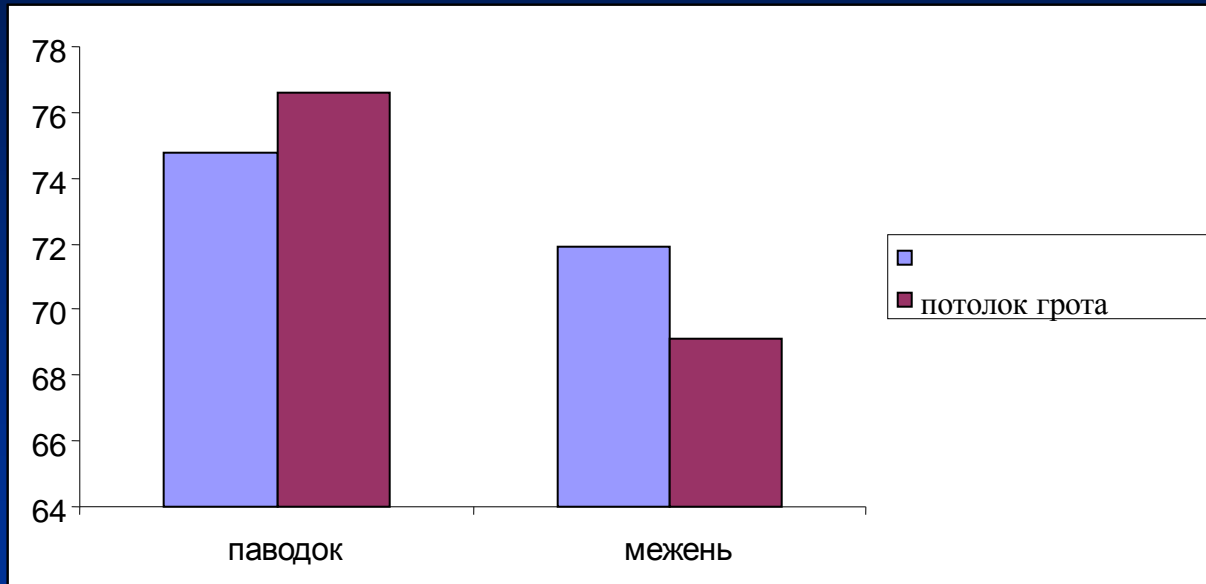
Амплитуда вертикального перемещения по ней составляет порядка 17-22 м. Кроме Ординской пещеры на этом разломе лежат Арсеновский родник и субаквальные источники в русле р. Кунгур. Анализ сети неотектонических линеаментов позволяет предполагать, что данные разломы соподчинены концентрическим нарушениям сдвиговой природы и выступают к ним в качестве радиально-оперяющих.

Геологический разрез по линии I-I: 1, 2 – четвертичные аллювиальные и неоген-четвертичные элювиальные отложения, 3 – карбонатные пачки иренского горизонта (туйская, елкинская и неволинская); 4 – сульфатные пачки иренского горизонта (лунежская, демидковская, шалашнинская и ледянопещерская); 5 – известняки и доломиты филипповского горизонта, 6 – известняки артинского горизонта; 7 – места разгрузки напорных сульфатно-гидрокарбонатно-кальциевых вод; 8 – Ординская пещера; 9 – разлом и направление относительного перемещения блоков

- Подводные исследования и отбор проб в подводных галереях на разных высотах и анализ геологической и гидрогеологической информации позволили установить, что в формировании Ординской пещеры принимают воды различного происхождения.
- Атмосферные осадки, фильтруются по зоне аэрации сложенной неоген-четвертичными отложениями и сульфатно-карбонатными породами иренского горизонта. Наиболее интенсивное поступление в период снеготаяния и теплое время года.
- Вода разгружающаяся с Уфимского плато в массив Казаковской горы, в том числе в виде восходящих источников на дне гротов в подводной части пещеры. Разгрузка происходит достаточно постоянно в течение года.
- Приток подземных вод иренского водоносного горизонта с западной части карстового массива.
- Поступление вод из пруда на р. Кунгур в период паводка.



Гидрохимическое опробование



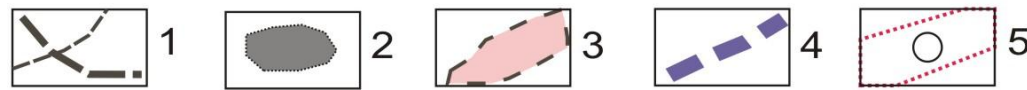
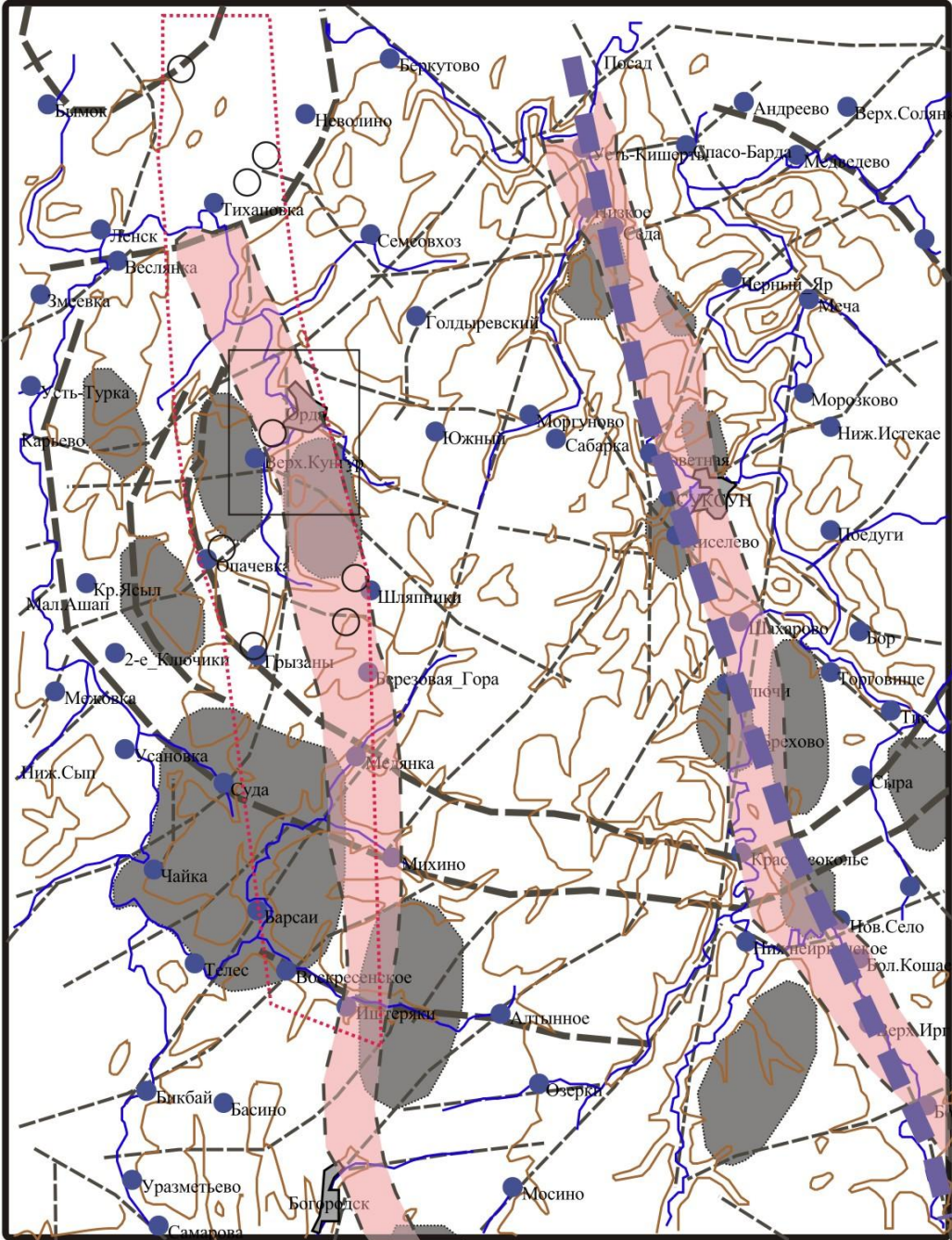
Насыщение воды сульфатом кальция в Большом зале в летнюю межень и весенний паводок

- В паводок воды более насыщены за счет поступления атмосферных и талых вод, фильтрующихся через сульфатный массив и отставания поступления в пещеру паводковых вод филипповского горизонта. В межень доля атмосферного питания снижается, увеличивается дефицит насыщения воды сульфатом кальция, распределение его по вертикали приобретает обратный характер. О сходном характере формирования вод пещеры говорит повышение температуры в зимний период до 7-8 °С и снижение ее летом до 4°С.



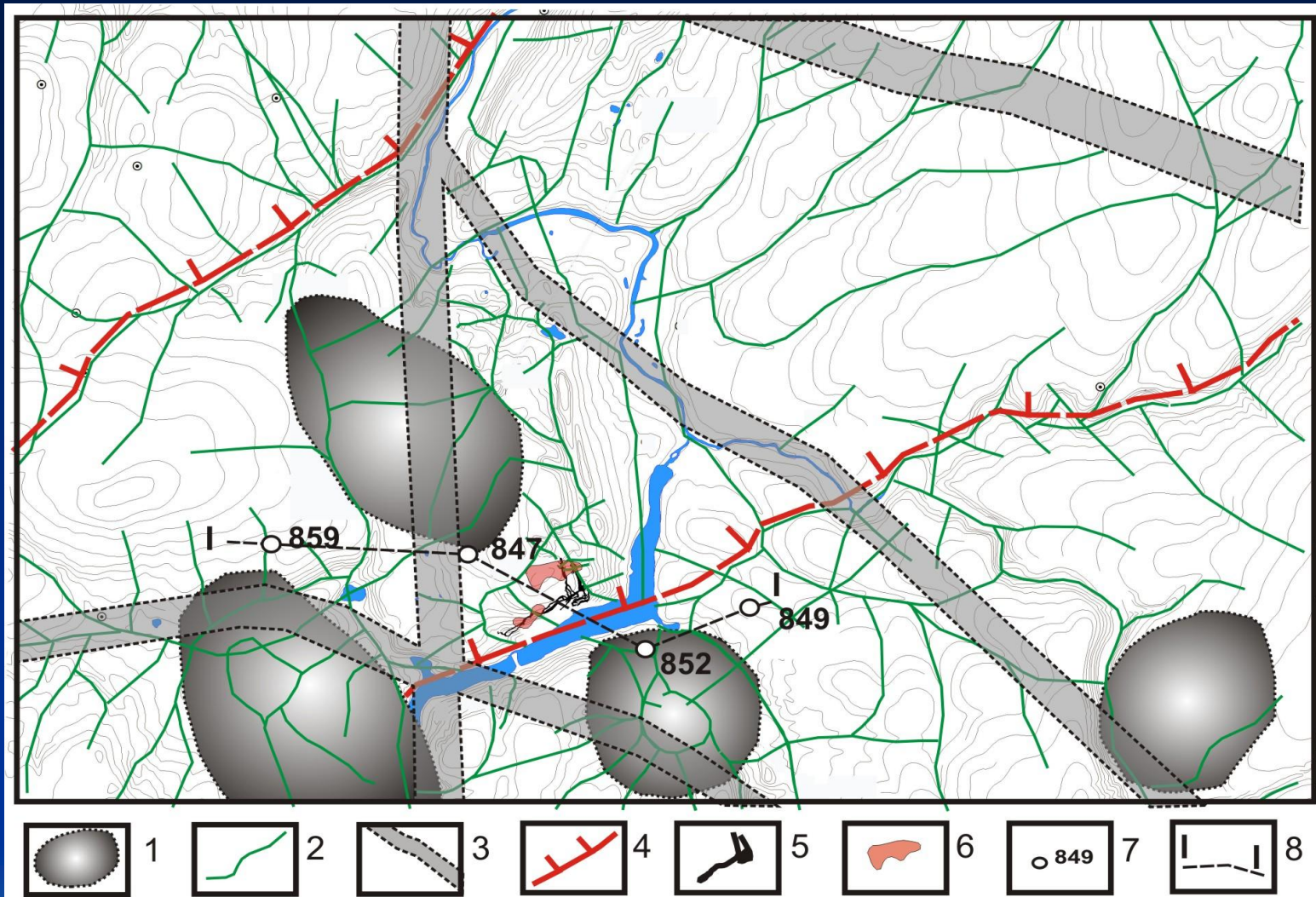
Литолого-минералогические исследования





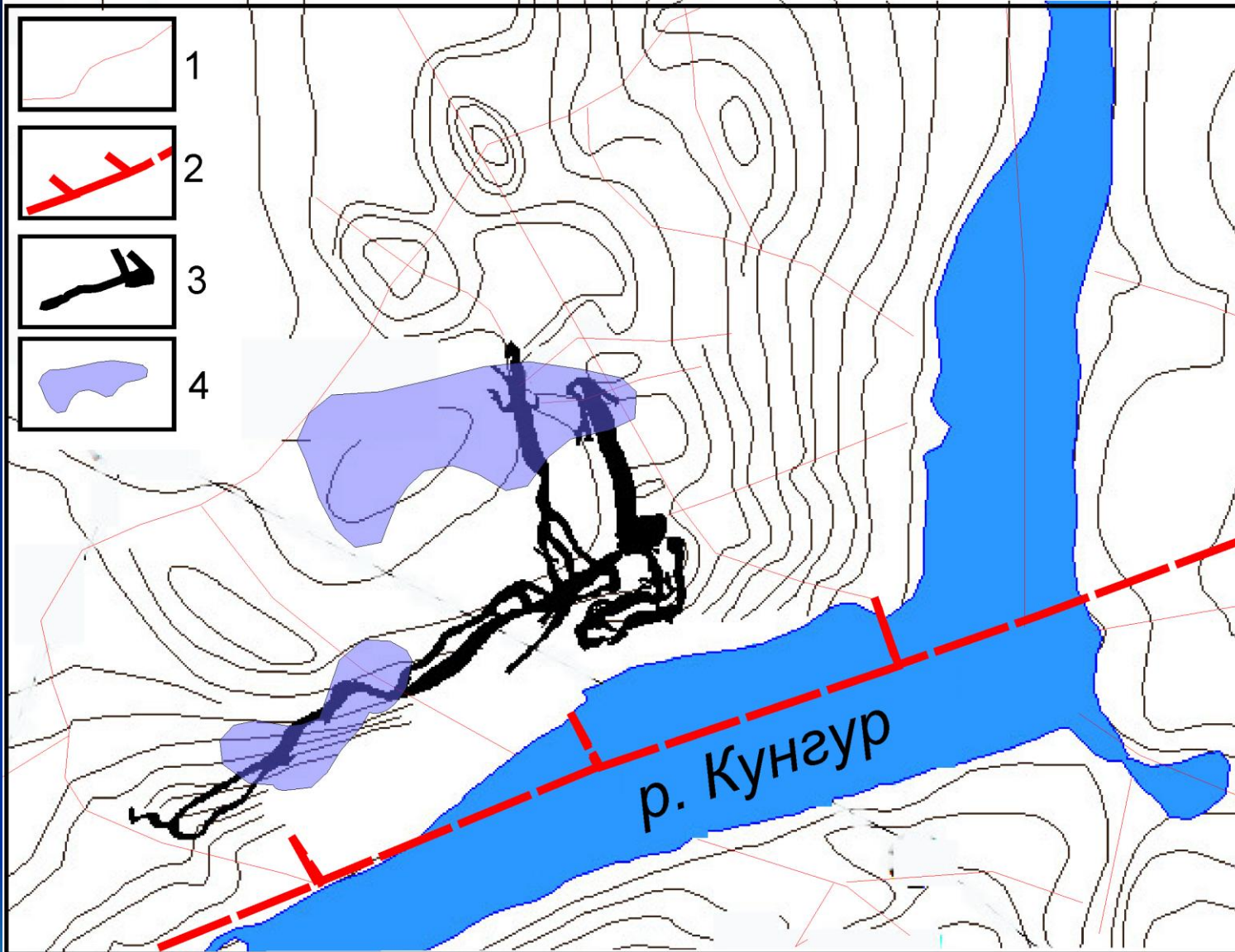
Сульфатно-карбонатный массив Казаковской горы расположен на пологом западном крыле Уфимского вала и относится к Иренскому району интенсивного карста в гипсах и ангидритах. После открытия нефти в Приуралье под руководством Б.И. Грайфера, М.Н. Вагаева, Н.Я. Костогрыза, Ф.К. Минаевича, А.С. Ердякова и П.И. Романова начались поиски локальных потенциально нефтеносных структур: в результате данных работ было установлено две зоны распространения верхнедевонских барьерно-рифовых образований. К этим же полосам, ограничивающим с запада и востока Уфимский вал, оказались приурочены крупные гидрогеологические зоны повышенной водообильности субмеридионального направления, маркирующие активные тектонические разломы (Г.К. Михайлов, Б.А. Булдаков, 1969). Таким образом, четко прослеживаются восточная (Кишертско-Иргинская) и западная (Кунгурская) зоны. К западной зоне приурочены все известные на сегодняшний день флюоритопоявления (Даровских, 1986).

Структурно-тектоническая схема междуречья Сылвы и Ирени: 1 – линеаменты неотектонического заложения, связываемые с проявлением ротационных сил; 2, 3 – положительные структуры и линейные зоны трисективности (по данным Г.К. Михайлова и Б.А. Булдакова, 1969); 4 – граница Восточно-Европейской платформы и Предуралья краевого прогиба; 5 – зоны развития флюоритовой минерализации и отдельные проявления флюорита (по данным Ю. А. Нечаева, 1960; Н.С. Соловьевой, И.И. Спорова, 1966; Н.А. Даровских, 1986). Прямоугольником показан район Ординской пещеры



Было установлено (Ильиных А.П. и др., 1988), что Кунгурская барьерно-рифовая зона разбита на клавиши диагональными разрывами типа сбросов с амплитудой несколько десятков метров. Одна из известных ступеней проходит севернее Казаковской горы. Такая же ступень фиксируется на геологических разрезах вдоль юго-восточного склона Казаковской горы.

Тектоническая схема района Ординской пещеры: 1 – рифовые постройки (по А.П. Ильиных и др., 1988); 2 – линеаменты, определяющие современный рельеф; 3 – крупные линеаментные зоны, преимущественно сдвиговой природы; 4 – границы субвертикального перемещения блоков (по А.П. Ильиных и др., 1988, с дополнениями и изменениями); 5 – контур пещеры; 6 – положение флюоритовых залежей (по Н.А. Даровских, 1986); 7, 8 – скважины и проходящая через них линия разреза



Тектоническая схема района Казаковской горы: 1 – линеаменты, определяющие современный рельеф; 2 – граница субвертикального перемещения блоков; 3 – контур Ординской пещеры (по А.Ф. Шумейко, И.А. Лаврову, 2004); 4 – положение флюоритовых залежей (по Н.А. Даровских, 1986)

Карбонатные пачки иренского яруса отличаются геохимической зараженностью фтором, неоднократно подтвержденной в ходе региональных исследований (Ю.А. Нечаев, 1960; Н.С. Соловьева и И.И. Споров, 1966; Н.А. Даровских, 1986 и др.) что может объясняться эвапоритовой природой осадков.

Фиксируемое цепочечное расположение проявлений флюорита вдоль Кунгурской разломной зоны возможно и при поступлении фтора в бассейн из кристаллического фундамента, однако северо-восточное простирание флюоритовых тел, согласное с неотектоническими нарушениями, говорит о молодом возрасте оруденения.



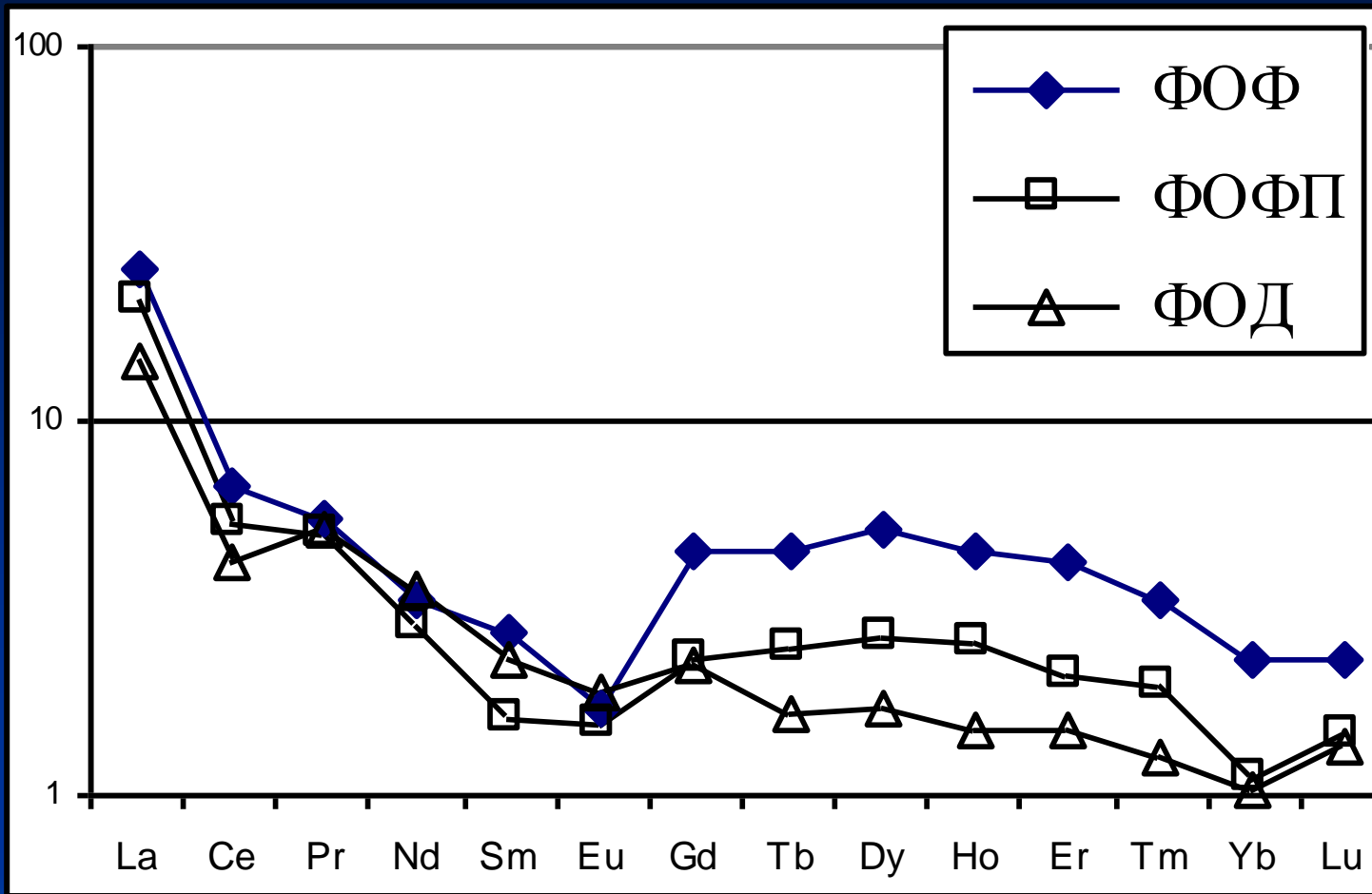


На основе локализации флюорита в перекристаллизованных кавернозных карбонатных породах уже была показана их эпигенетическая природа и связь с выщелачиванием, происходящим под воздействием наложенных извне фторсодержащих растворов (Чайковский, Крупенин и др., 2005).





Характерные каркасные и кристификационные агрегаты с флюоритовой минерализацией



Спектр редкоземельных элементов в породах и минералах Ординского проявления (по Чайковскому, Крупенину и др., 2005):

(ФОД - доломит-кальцитовая порода, ФОФ - массивный флюорит, ОФП - гнездовый флюорит);



а



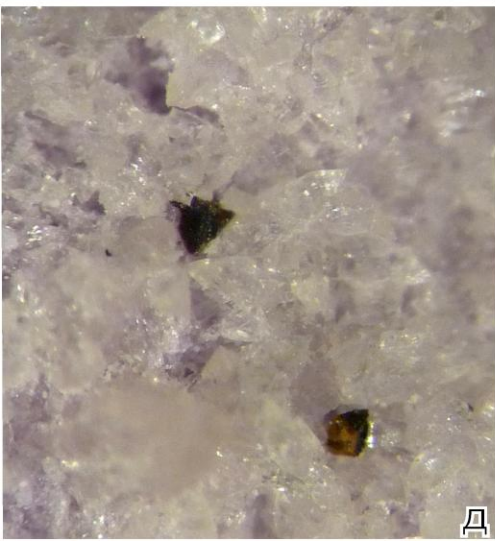
б



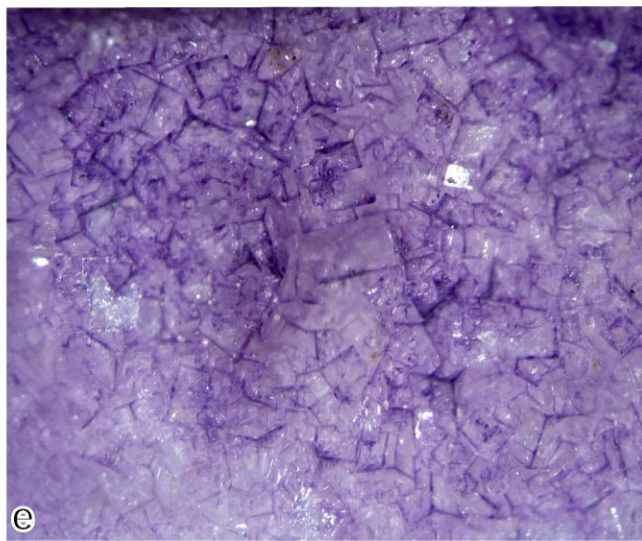
в



г



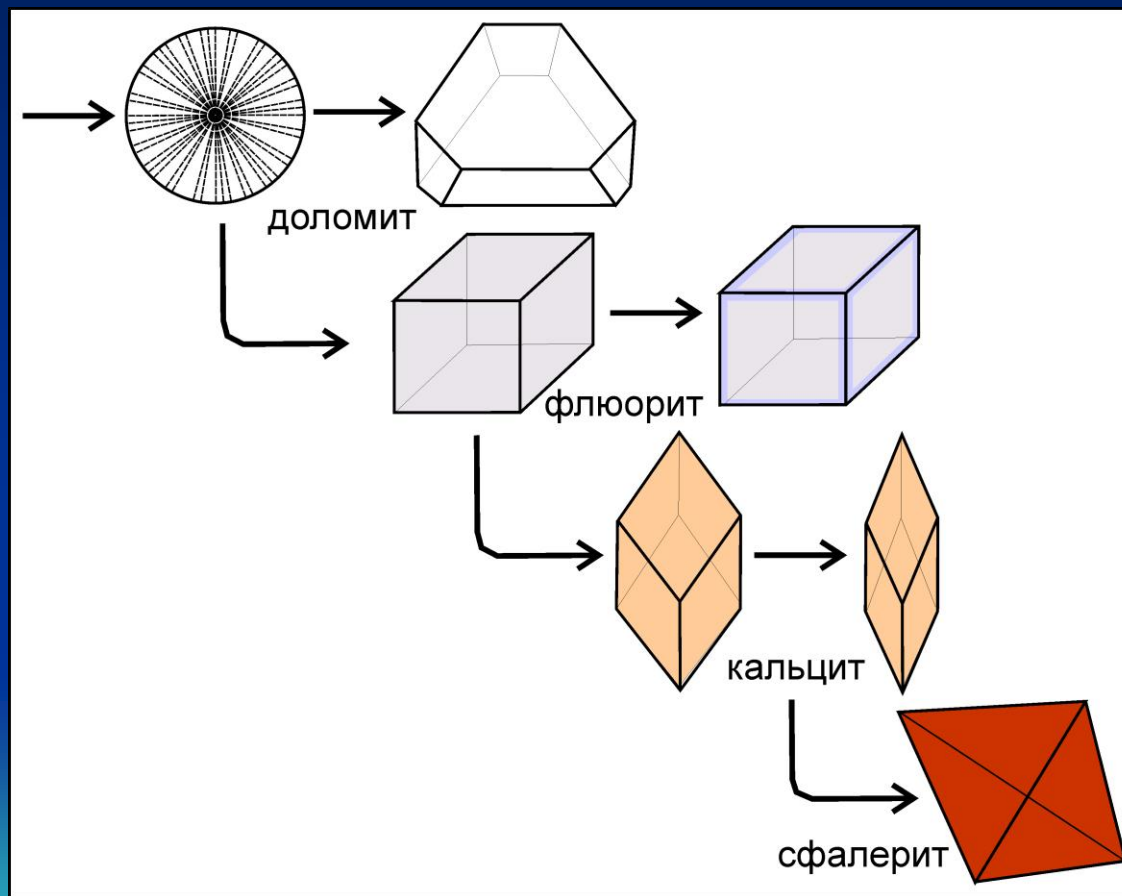
д

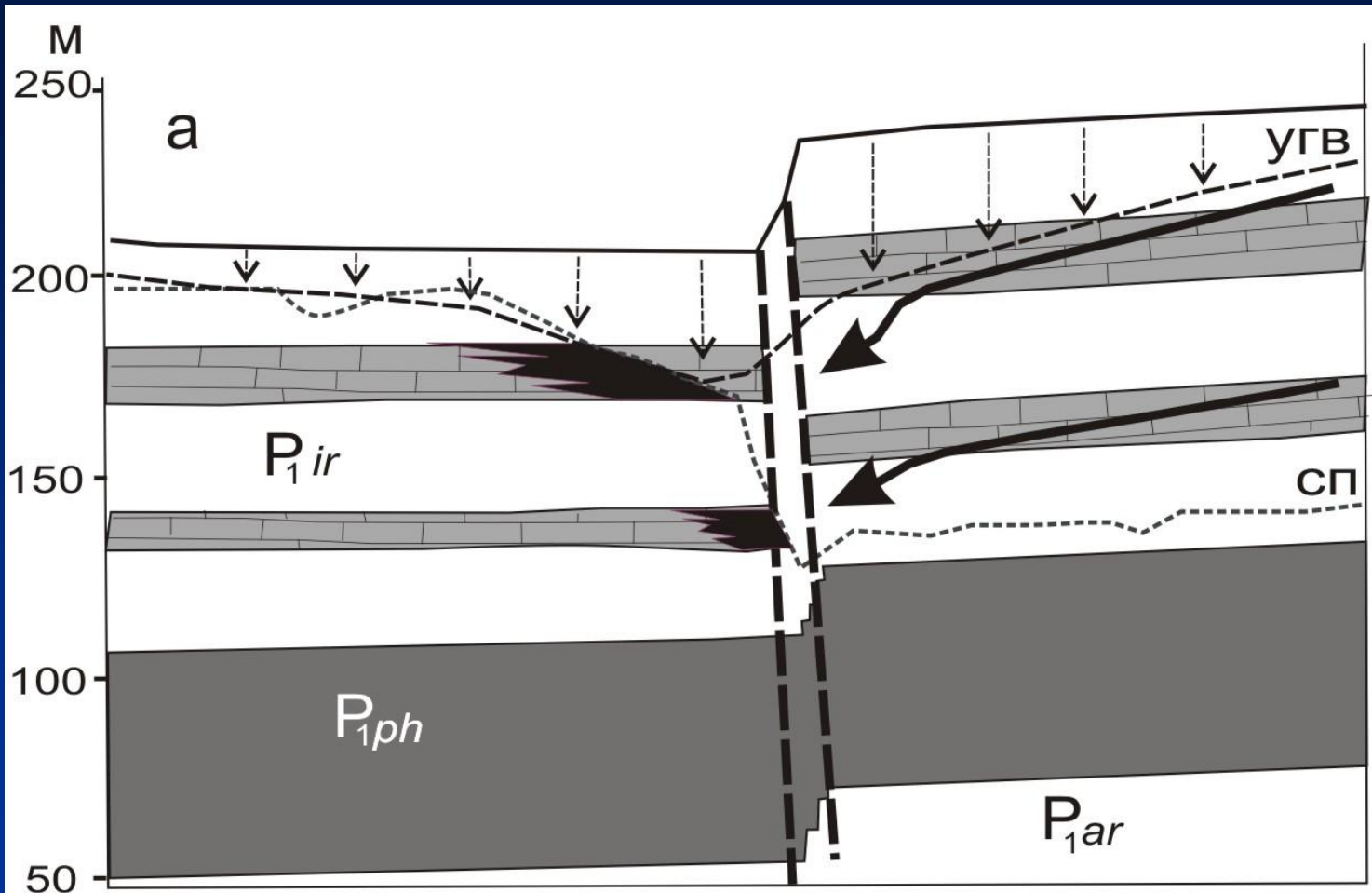


е

Общий вид и детали строения оруденелых пород: а – карбонатная брекчия выщелачивания и уплотнения с флюоритовой минерализацией; б, в – гнезда с зонально-крустификационным строением; г – флюорит выросший на доломит и обросший кальцитом; д – тетраэдрические кристаллы сфалерита (?); е – скелетный (реберный) характер распределения окраски на кристаллах флюорита

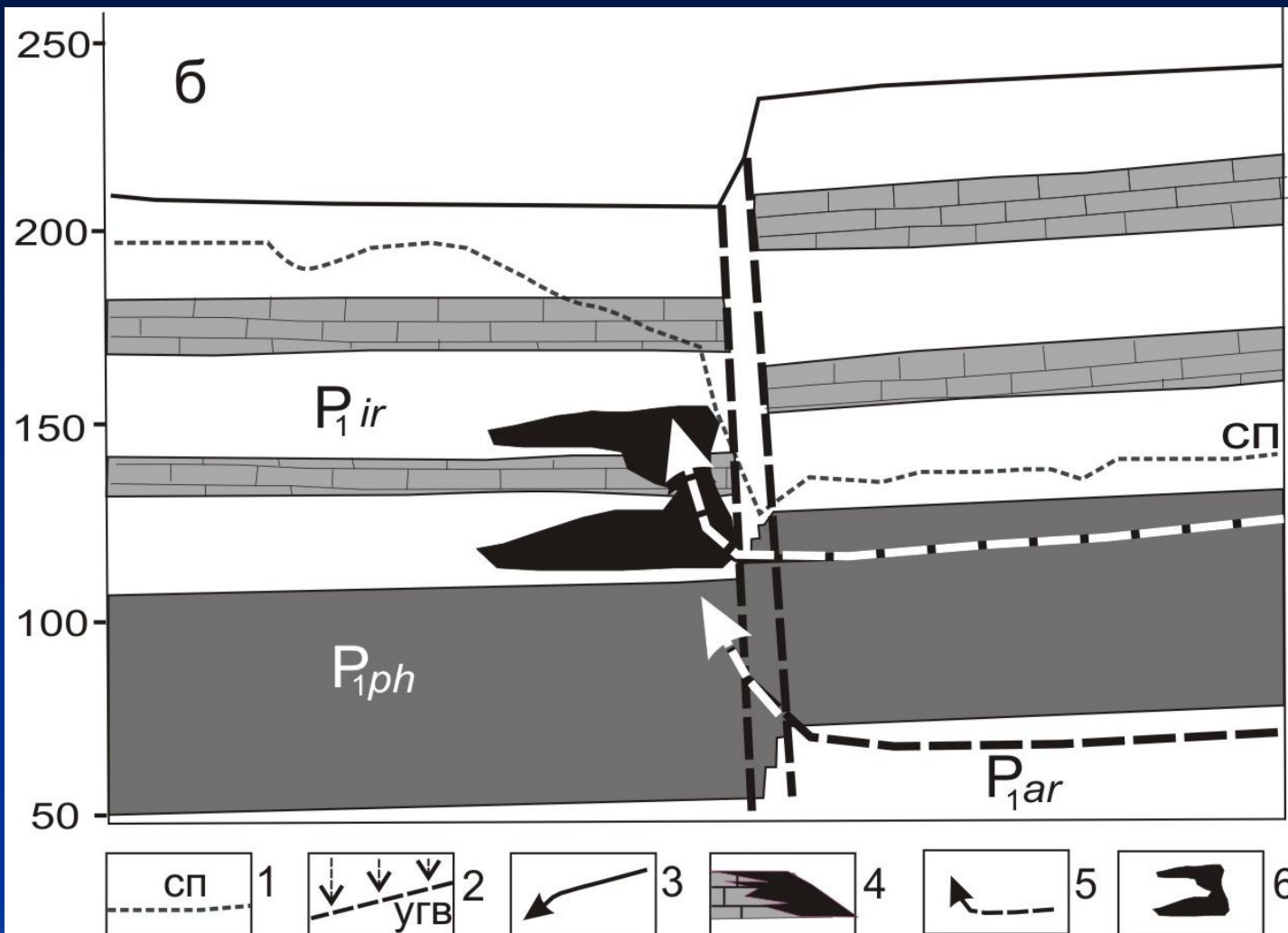
Реконструированная последовательность минералообразования в остаточных аподолмитовых породах





Модель формирования флюоритовой минерализации и пещеры в приразломной зоне: 1 – современная поверхность; 2 – уровень грунтовых вод и направление инфильтрации вод в зоне аэрации; 3 – направление течения потоков, обогащенных фтором; 4 – положение флюоритовых залежей в карбонатных пачках; 5 – направление разгрузки артезианских вод; 6 – Ординская пещера

Имеющиеся данные позволяют предложить следующую модель формирования флюоритовой минерализации. Подъем южного левобережного блока относительно нынешнего положения Казаковской горы обусловил опускание в его краевой части уровня грунтовых вод и интенсивное выщелачивание сульфатно-карбонатных пород. Обогащенные фтором воды дренировали в Казаковский блок, где на карбонатном барьере тьюнской, елкинской, и неволинской пачек осаждали его в виде флюорита. Данная модель подтверждается и значительным присутствием в ординском флюорите тяжелых редкоземельных элементов, характерных для вод, инфильтрующихся через коры выветривания.



Модель формирования пещеры в приразломной зоне: 1 – современная поверхность; 5 – направление разгрузки артезианских вод; 6 – Ординская пещера

Выявленные в Ординской пещере восходящие источники с относительно высоким содержанием гидрокарбонатов идентифицируются как напорные воды из известняков и доломитов филипповского горизонта. Питание этого водоносного горизонта осуществляется на Уфимском плато. Неотектоническая активизация, вызвавшая вертикальное перемещение блоков, обусловила дренаж этих напорных вод и формирование пещеры. По классификации А.Б. Климчука такие пещеры относятся к гипогенным.

Конкреции говлита, свисающие со свода в подводной части на тонкой гипсовой ножке, отпрепарированные и покрытые с поверхности кальцитовой корочкой (справа). Фото М. Юсуповой



Общий вид конкреций говлита, найденных в Ординской пещере, отбор проб осуществлен А. Горбуновым



Заключение

- Фактический материал, полученный при помощи методов спелеоподводных исследований, существенно дополнил результаты геологического изучения Ординской пещеры. Благодаря проведенной подводной видеосъемке стало возможно изучение специалистами морфогенетических элементов галерей пещеры и определение их принадлежности к разным гидродинамическим зонам.
- Гидрохимическое опробование на разной глубине в пещере и расчеты растворяющей способности воды показали, что воды агрессивны по отношению к вмещающим породам, причем весной насыщение воды идет снизу вверх от восходящих источников на дне к кровле грота, а летом наоборот. Вследствие этого в пещерном массиве наблюдается активное растворение пород, обрушение сводов и формирование провалов на поверхности.
- Несмотря на длительную историю изучения отложений пермского периода на территории Пермского края, благодаря подводным исследованиям были получены принципиально новые данные о минеральных образованиях.



на Казаковской горе мы можем увидеть своеобразный парадокс

Флюоритовая минерализация, связанная, как правило, с эндогенными глубинными гидротермами, имеет здесь эпигенетическую природу и обусловлена приразломным выщелачиванием и переотложением растворенного материала из коры выветривания.

Пещера же возникла здесь в результате глубинного подтока тектонически вскрытого напорного горизонта, а не нисходящей фильтрации, как обычно.

Предлагаемая модель может быть использована для прогнозирования благоприятных рудовмещающих структур и выявления новых пещер.

Благодарю за внимание!

благодарим А.А. Горбунова, А.В. Щукина, Д.А. Михалева за содействие в организации и проведении полевых работ, Д.В. Осипова за предоставленные материалы топографической съемки подводной части пещеры, А. Филимонова и М. Юсупову за фото- и видеоматериалы. Исследование выполнялось при поддержке гранта РФФИ 10-05-96017 р_урал_а.

