

РЕГИОНАЛЬНЫЕ РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ СТРУКТУРЫ УРАЛА

П. П. ЖЕЛОБОВ (СГИ)

Хорошо известным фактом является то обстоятельство, что магматогенные месторождения на поверхности земной коры распределяются неравномерно, группами, объединяясь в рудные поля, рудные зоны и т. д. Сам факт локального распределения магматогенного оруденения позволяет ставить вопрос о выяснении причин концентрации месторождений на ограниченных площадях.

Настоящая статья посвящена характеристике некоторых закономерностей размещения золотоносных территорий Урала в его региональных структурах.

Работы проводились путем сравнительного структурного анализа известных золотоносных площадей Урала по материалам геологического картирования.

Изучение картографического материала в сопоставлении с геофизическими данными и распределением магматогенных месторождений позволило вскрыть некоторые особенности строения уральской геосинклинали, существенно влияющие на распределение золотоносных территорий Урала.

Работы велись в тесном содружестве с Березовской тематической партией Уральского геологического управления, возглавляемой А. И. Александровым.

После вынесения всех пунктов золотой минерализации (месторождений и рудопроявлений) на чистый лист бумаги сразу же обратили на себя внимание некоторые особенности пространственного размещения золотого оруденения. Эти особенности выступают как определенные закономерности природы и сводятся к следующему.

Месторождения и рудопроявления размещаются кустообразно, группами со средним расстоянием между пунктами золотой минерализации в 3—5 км. Площадь, занимаемая этими кустами золотого оруденения, обычно колеблется в пределах 100—1000 км². Форма площадей часто оказывается вытянутой в меридиональном направлении, но нередко является и изометричной.

Вторая особенность распределения золотого оруденения проявляется в том, что золотоносные территории оказываются приуроченными к единым, обычно субмеридиональным направлениям.

Например, к одной линии субмеридионального направления приурочены такие золотоносные территории как: Сусанское рудное поле, Режевское и Шамейское рудные поля, Маминский рудный узел, Синар-

ское рудное поле. Это направление измеряется расстоянием, равным примерно 200 км.

Другое направление фиксируется размещением Ивдельской рудной зоны, Масловского рудного узла, Ларьковского рудного узла, Краснотурьинского рудного поля, Красноуральской рудной зоны, Невьянского рудного узла, Березогорского рудного поля. Это достаточно четко выраженное направление измеряется расстоянием порядка 500 км.

Можно было бы привести и другие не менее яркие примеры приуроченности рудоносных территорий к достаточно четко выраженным структурным линиям.

Третья особенность пространственного размещения золотого оруденения Урала заключается в тенденции к широтному размещению золоторудной минерализации.

Оказывается, что многие важнейшие золотоносные территории, будучи пространственно приуроченными к региональным зонам субмеридионального направления, лежат в пределах одной широтной полосы, пересекающей уральские структуры вкрест их простираания.

Так, например, к одному широтному направлению являются приуроченными такие золотоносные территории как Невьянский рудный узел, Кунаро-Шайдурихинское рудное поле, Северо-Коневское рудное поле, Режевское рудное поле.

Аналогичным примером может служить широтный пояс, в пределы которого входят: Шабровское рудное поле, Сысертский рудный узел, Маминское рудное поле.

К единому широтному направлению приурочены и такие хорошо известные золотоносные территории как: Миасско-Мелентьевская рудная зона, Непряхинская рудная зона, Нарыбаковское рудное поле, Челябинский рудный узел.

Необходимо отметить, что приуроченность золотоносных территорий к широтным направлениям, секущим уральские структуры, часто сопровождается значительным рассеянием золотого оруденения вдоль меридиональных зон, что несколько скрадывает самую тенденцию к широтному распространению золотого оруденения.

Четвертая особенность распределения золотого оруденения, обращающая на себя внимание, выражается в приуроченности золотоносных территорий Урала к характерному изгибу его складчатых структур, известному в литературе под названием Башкирского (или Уфимского) выступа.

Характерным является то обстоятельство, что фронтальная часть этого выступа почти полностью лишена оруденения, в то время как его склоны изобилуют золотоносными территориями.

К северному склону Башкирского выступа приурочены рудные поля Свердловского и Невьянского районов, а с его южным склоном пространственно связаны золотоносные территории Миасского и Челябинского районов.

Анализ пространственного размещения золотоносных территорий Урала уже сам по себе позволяет сделать важные выводы структурно-генетического характера.

Кустообразный характер распределения месторождений свидетельствует о наличии, если можно так выразиться, каких-то центров оруденения.

Впервые на кустообразное распределение оруденения обратил внимание П. Ф. Иванкин [6], который ввел в учение о рудных полезных ископаемых понятие «рудного пучка». На примере многих месторождений и рудных полей им было показано ныряние рудных столбов, рудных тел и даек к определенным центрам («корням» рудного поля),

расположенным на глубинах в несколько сот метров от дневной поверхности.

Локализация эндогенного оруденения на ограниченных площадях, удаленных друг от друга на значительные расстояния, связана со специфическими особенностями геологического строения данного участка земной коры. Однако эти особенности могут проявляться в строении нижних структурных этажей и не всегда улавливаются на геологических картах, отражающих геологию поверхности современного эрозионного среза, о чем будет сказано ниже.

Вторая характерная черта распределения золотоносных территорий Урала, проявляющаяся в их приуроченности к единым субмеридиональным направлениям, свидетельствует собою о рудоконтролирующем влиянии линейных структур регионального плана. Большая протяженность рудных поясов, частая их приуроченность к стыкам крупных структурно-фашиональных зон Урала, насыщенность линейно вытянутыми телами ультрабазитов — все это говорит о глубоком заложении структур, контролирующих распределение золотого оруденения Урала. Примером может служить приуроченность рудного пояса, объединяющего в себе Сусанское, Режевское, Шамейское рудные поля, Маминский рудный узел и Синарское рудное поле, к области сопряжения Восточно-Уральского поднятия с одноименным прогибом (погружением).

Рудный пояс, намечающийся расположением Ивдельской рудной зоны, Масловского, Ларьковского рудных узлов, Красноуральского рудного поля, Красноуральской рудной зоны, Невьянского рудного узла, Березогорского рудного поля, приурочен к стыку Тагило-Магнитогорского прогиба с Восточно-Уральским поднятием. В свое время А. В. Пейве [11] эту зону выделил как Зауральский глубинный разлом. Сейчас его именуют Серовско-Невьянским поясом развития ультрабазитов [9].

Не менее яркая приуроченность золотоносных территорий к стыку главнейших структурно-фашиальных зон наблюдается на примере Южного Урала, где ряд крупных золотоносных территорий оказывается пространственно связанным с областью сопряжения Магнитогорского мегасинклинория с Уралтауским мегантиклинорием (Миасско-Мелентьевская, Атлянская, Краснохтинская, Миндякская, Юлукская рудные зоны). Эта зона получила название Миасско-Сакмарского глубинного разлома [12].

Анализ особенностей геологического строения рудных поясов Урала показывает их теснейшую связь с поясами ультрабазитов. Оказывается, что золотоносные территории проявляют более четкую пространственную связь с поясами ультраосновных и основных интрузий, чем с районами развития гранитоидов. Этот, на первый взгляд, парадоксальный вывод говорит лишь о том, что и «рудоносные» интрузии и парагенетически с ними связанные рудоносные растворы поднимались по одним и тем же каналам, которыми являлись подвижные зоны земной коры.

Диагностика зон глубинных разломов зачастую является весьма затруднительной. Обычно выделяют три главнейших типа зон глубинных разломов по четкости их проявления: открытые, скрытые и погребенные зоны разломов.

Открытые зоны глубинных разломов хорошо фиксируются поясами вытянутых тел ультрабазитов, реже габбровых интрузий, приуроченностью к стыкам разновозрастных комплексов. Более сложную задачу представляет выявление скрытых зон глубинных разломов. Методику выявления этих зон еще нельзя считать разработанной, но многое в этом направлении уже сделано (см. сб. «Скрытые глубинные

разломы»). На Урале скрытые зоны обычно располагаются на продолжении открытых зон глубинных разломов. При сопоставлении геологических карт с геофизическими материалами часто приходится сталкиваться с тем фактом, что линейные геофизические аномалии располагаются на продолжении пояса ультрабазитов. Это дает основание полагать, что аномалии отражают собою интрузии ультрабазитов, не выходящих на дневную поверхность. В этом случае аномалия намечает собою положение скрытого глубинного разлома. Часто приходится сталкиваться с тем обстоятельством, что в одну линейную зону укладываются не только цепочкообразно расположенные тела ультрабазитов и линейные геофизические аномалии, но и зоны расщепления, гидротермальных изменений пород, а также пункты рудопроявлений и магматогенных месторождений. Все эти признаки часто настолько четко фиксируют собою региональные подвижные зоны, что сомневаться в их существовании не приходится. В ряде случаев к этим зонам оказываются приуроченными и линейно вытянутые тела гранитоидов, равно как и малые интрузии различного состава и возраста.

На этой основе нами была сделана попытка выявить главные подвижные зоны Урала путем анализа мелкомасштабных геологических карт и их сопоставления с геофизическими материалами и данными распределения магматогенных месторождений. Результаты оказались весьма неожиданными: выявились определенные системы зон глубинных разломов (фиг. 1). Наиболее характерной чертой явилась параллельность в простирании разломов*). Так, для Северного и Среднего Урала характерна система меридиональных разломов. На Южном Урале, его восточном склоне, наиболее развитой оказалась система разломов с простиранием северо-восток 10° . Для рифейских толщ Южного Урала основным направлением разломов является северо-восток 30° . Более сложное строение имеет система Миасско-Кемпирсайских глубинных разломов (фиг. 2). К сожалению, в небольшой статье невозможно привести характеристику всех тех признаков, которые были положены в основу выделения каждой зоны глубинного разлома.

Намеченные по выше названным признакам подвижные зоны не только проявляют пространственную связь с магматогенными месторождениями, но и проливают свет на некоторые особенности глубинного строения Урала. В частности, обращает на себя внимание то обстоятельство, что система подвижных зон Буланаш-Брединского направления (северо-восток 10°) занимает секущее положение относительно простирания главнейших структурно-фациальных зон Урала. Интересно отметить и тот факт, что региональные подвижные зоны проходят через крупные гранитные интрузии, не нарушая их залегания. Последние как бы «съедают» эти зоны на отдельных их участках в верхних горизонтах земной коры.

Третья особенность пространственного распределения золотоносных территорий Урала, проявляющаяся в тенденции к широтному распространению оруденения, также поднимает ряд важных вопросов глубинного строения Урала.

Еще в конце тридцатых годов геофизическими съемками Д. С. Микова на Среднем Урале были вскрыты аномалии, секущие вкрест простирания субмеридиональные уральские структуры. Объяснить широтное простирание этих аномалий особенностями строения верхнего структурного этажа Урала, обнажающегося на современном эрозион-

*) Нужно сказать, что тенденция к параллельному залеганию зон глубинных разломов Урала значительно маскируется развитием различного рода глубинных перемычек и оперяющих структур, залеченных интрузивными телами.

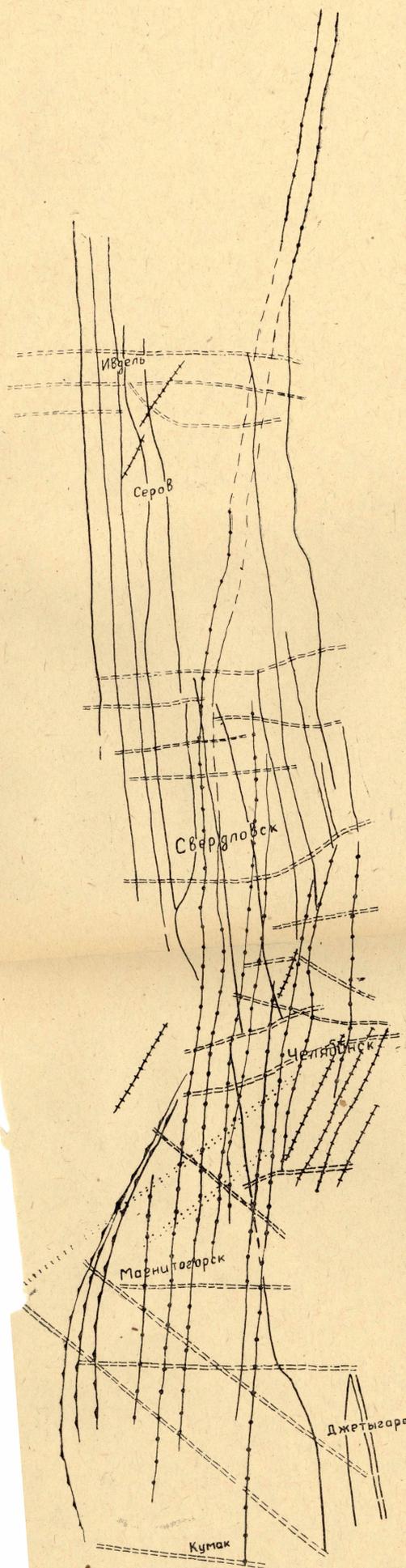


Рис. 1. Главнейшие системы подвижных зон Урала: 1) система меридиональных разломов, 2) система разломов Буланаш-Брединского направления (СВ 10°), 3) Миасско-Сакмарская группа разломов направления (СВ 30°), 4) система разломов Кузинского направления (СВ 30°), 5) разломы в дорифейском фундаменте

ном срезе, не представлялось возможным. Это дало основание А. А. Малахову [7] высказать мысль о развитии широтных структур, погребенных под уральской геосинклиналью. Дальнейшему развитию этих идей были посвящены многие работы [8, 14, 2, 1, 10].

Проведение региональных геофизических исследований тематической партией Уральского геологического управления (Е. М. Ананьева и др.), сотрудниками геофизического факультета Свердловского горного института (А. Я. Ярош, Б. В. Дорофеев), института геофизики Уральского филиала АН СССР (Н. И. Халевин) позволило вскрыть в кристаллическом фундаменте крупные структуры (Уват-Тавдинскую и Уфимскую), пересекающие уральскую складчатую систему в широтном направлении и очерчивающие собою положение крупных блоков с повышенной плотностью пород. Был также обнаружен ряд линейных аномалий, вскрывающих отдельные зоны разломов.

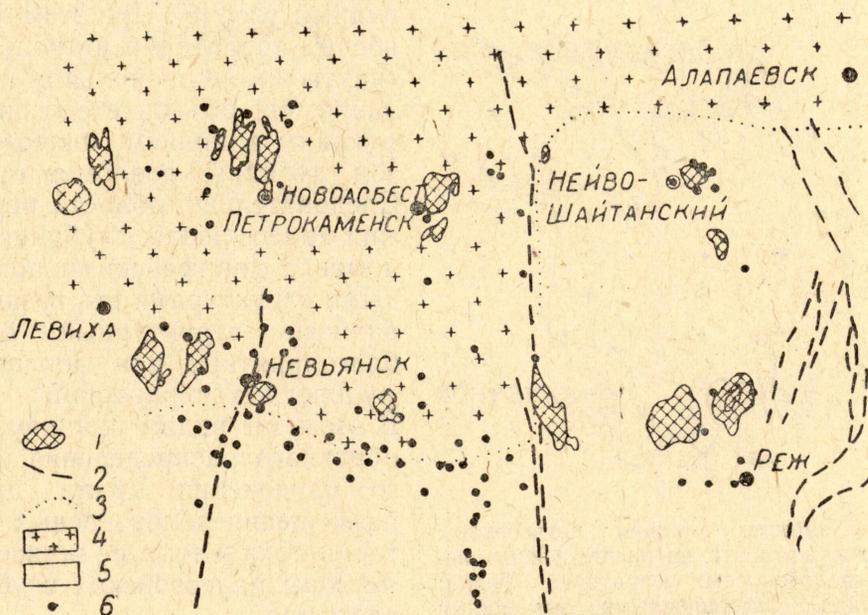


Рис. 2. Широтные пояса интрузий и пункты золоторудной минерализации, связанные с южным контактом Уват-Тавдинской погребенной структуры: 1) интрузии, проявляющие тенденцию к изометричным формам, 2) сбросы, установленные геологической съемкой, 3) положение гравитационной ступени, 4) площади с повышенными значениями силы тяжести, 5) площади с пониженными значениями силы тяжести, 6) пункты золоторудной минерализации

Установление геофизических аномалий, секущих уральские складчатые структуры, поставило перед уральскими геологами проблему отыскания каких-либо особенностей геологического строения верхнего структурного этажа на участках этих аномалий. Рассмотрение с этих позиций картографического материала позволило вскрыть в пределах Невьянско-Режевского района два пояса интрузивных тел, характеризующихся небольшими размерами и изометричной в плане формой [8]. Нельзя считать случайной приуроченность этих интрузий к южному контакту Уват-Тавдинской структуры. С широтными поясами интрузий проявляет пространственную связь и золотое оруденение (фиг. 2).

Интересно отметить и тот факт, что границы Уват-Тавдинской и Уфимской погребенных структур совпадают с участками погружения шарниров крупных антиклинорий и развития седловидных синклиналей. Погребенные зоны разломов фундамента Урала фиксируются

и рядом других признаков, разбору которых посвящена работа А. Г. Бакирова [3].

С погребенными структурами кристаллического фундамента Урала достаточно четкую связь проявляет и золотое оруденение. Так, с южной границей Уват-Тавдинской структуры проявляют пространственную связь золотоносные территории Невьянско-Режевского района. С северной границей Уфимской погребенной структуры пространственно

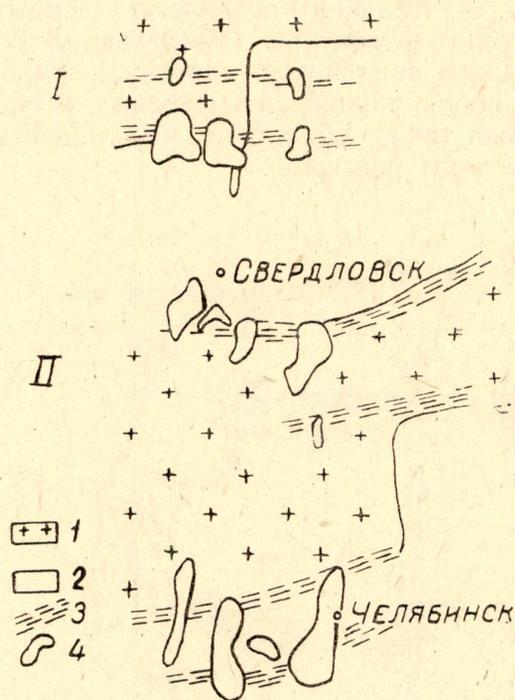


Рис. 3. Характер влияния погребенных структур фундамента на распределение некоторых золотоносных территорий Урала: 1) площади с повышенными значениями силы тяжести; 2) Уват-Тавдинская погребенная структура; 2) площади с пониженными значениями силы тяжести, 3) зоны повышенной тектонической активности, 4) золотоносные территории

связаны: Шабровское рудное поле, Сысертский рудный узел, Маминский рудный узел. С южным контактом этой структуры пространство совпадают: Миасско-Мелентьевская рудная зона, Непряхинское рудное поле, Нарыбаковское рудное поле, Челябинский рудный узел [5]. При этом золотоносные территории несколько вытянуты в меридиональном направлении, что объясняется контролирующим влиянием палеозойских зон глубинных разломов (фиг. 3). Следовательно, области пересечения палеозойских глубинных разломов с дорифейскими погребенными структурами выступают как важный структурный фактор, благоприятный для локализации рудоносных территорий Урала. В этом мы видим причину кустообразного распределения золотого оруденения Урала, причину размещения золотоносных территорий локально, а не по всей длине зоны палеозойских глубинных разломов.

Рудоконтролирующее влияние погребенных структур фундамента позволяет перейти к решению обратной задачи: выявлению рудоконтролирующих погребенных структур по приуроченности

оруденения к единым направлениям, секущим уральские субмеридиональные структуры. Если эти направления подтверждаются косвенными геологическими признаками или простираем геофизических аномалий, то существование погребенных зон разломов становится вполне вероятным. Характерно, что среди погребенных зон также вскрывается параллельность в их простираем, позволяющая достаточно четко выделить три основные системы погребенных разломов фундамента: широтные, северо-западные и северо-восточные разломы.

В целом получается довольно густая сеть подвижных зон, узлы пересечения которой выступают как структуры, благоприятные для локализации рудоносных территорий Урала. На участках пересечений и сопряжений подвижных зон, лишенных промышленных рудных тел, при наличии прямых признаков оруденения необходимо ставить поисковые работы на рудное золото.

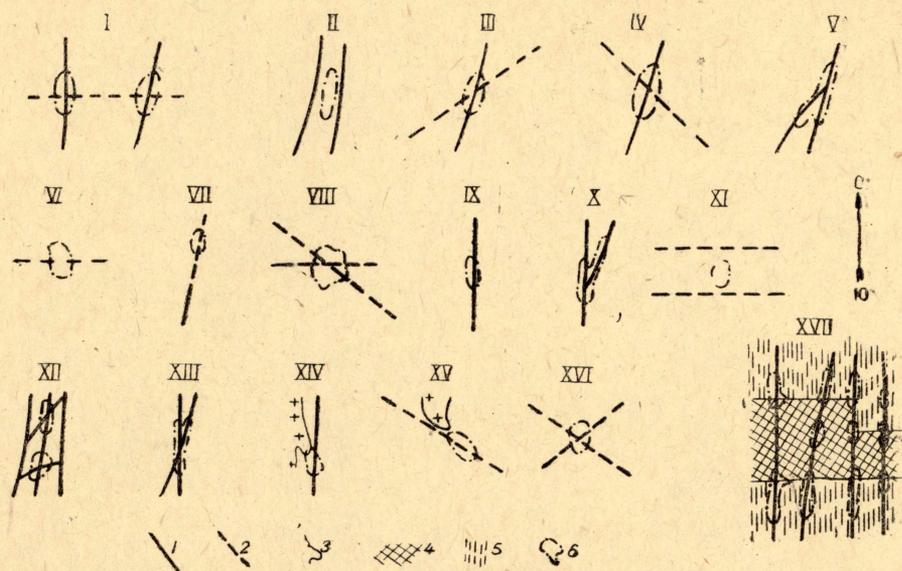


Рис. 4. Главнейшие типы региональных структур, благоприятных для размещения золотоносных территорий Урала. I — области пересечений меридиональных и субмеридиональных палеозойских глубинных разломов с погребенными широтными разломами дорифейского кристаллического фундамента. Такую позицию занимают золотоносные территории, указанные в приводимом ниже списке номерами: 3, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 29, 32, 33, 36, 41, 42; 43, 45, 46, 47, 48, 52. II — участки схождения параллельно простирающихся зон глубинных разломов (20, 23, 25, 34, 36, 44, 50, 52). III — области пересечений разломов субмеридионального (Буланаш-Брединского) направления с зонами погребенных разломов фундамента северо-восточного простирания (32, 35, 36, 37, 38, 39, 40). IV — области пересечений субмеридиональных глубинных разломов с погребенными разломами фундамента северо-западного направления (34, 35, 45, 46, 53). V — область сопряжений субмеридиональных зон глубинных разломов с разломами Миасско-Сакмарской группы (29, 33, 34). VI — участки, расположенные над погребенными широтными разломами фундамента без видимого их пересечения глубинными разломами другого направления (1, 2, 4, 10, 12). VII — участки, расположенные на продолжении открытых зон глубинных разломов (9, 11, 39, 42). VIII — участки, расположенные над областью пересечения погребенных разломов фундамента широтного и северо-западного направлений (41, 44, 45, 46, 48). IX — участки, расположенные в пределах открытых зон глубинных разломов (22, 35, 54, и др.). X — области сопряжений меридиональных зон глубинных разломов с подновленными разломами Кусинского (С В 30°) направления (6, 7, 8). XI — участки схождения широтных разломов погребенного фундамента (30, 31, 32 и др.). XII — участки пересечений глубинных перемычек между двумя параллельными зонами разломов с третьей зоной глубинного разлома (20, 23). XIII — участки пересечения меридиональных и субмеридиональных зон глубинных разломов (28, 36). XIV — выступы интрузивных тел (или малые интрузии), сопряженные с зонами открытых глубинных разломов (21). XV — выступы интрузивных тел (или малые интрузии), сопряженные с погребенными разломами фундамента (51). XVI — участки, расположенные над областью пересечения погребенных разломов фундамента северо-западного и северо-восточного направлений (35, 41). XVII — области пересечений палеозойских меридиональных и субмеридиональных зон глубинных разломов с границами погребенных блоковых структур в дорифейском кристаллическом фундаменте, выделяющихся в гравитационном и магнитном полях (15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 32): 1) открытые зоны глубинных разломов, 2) погребенные разломы дорифейского фундамента, 3) выступы крупных гранитных массивов, 4) площади с повышенными значениями силы тяжести (погребенные блоки фундамента), 5) площади с пониженными значениями силы тяжести, 6) золотоносные территории

Список золотоносных территорий

1. Чувальское рудное поле. 2. Мартайская рудная зона. 3. Ивдельская рудная зона. 4. Кутимский рудный узел. 5. Ольховская рудная зона. 6. Масловский рудный узел. 7. Ларьковский рудный узел. 8. Краснотурьинский рудный узел. 9. Мысовский рудный узел. 10. Кварцегогорская рудная зона. 11. Красноуральская рудная зона. 12. Ашкинская рудная зона. 13. Харитоновское рудное поле. 14. Сальское рудное поле. 15. Рудное поле «Долгий Мыс». 16. Сусанское рудное поле. 17. Невьянский рудный узел. 18. Аятский рудный узел. 19. Режевское рудное поле. 20. Первомайско-Зверевское рудное поле. 21. Шамейское рудное поле. 22. Березогорское рудное поле. 23. Березовский рудный узел. 25. Шабровское рудное поле. 26. Сысертский рудный узел. 27. Маминский рудный узел. 28. Синарское рудное поле. 29. Миасско-Мелентьевская рудная зона. 30. Непряхинская рудная зона. 31. Нарыбковское рудное поле. 32. Челябинский рудный узел. 33. Атынская рудная зона. 34. Краснохтинская рудная зона. 35. Уйский рудный узел. 36. Кочкарский рудный район. 38. Миндякская рудная зона. 40. Авзянское рудное поле. 42. Балканское рудное поле. 43. Гумбейское рудное поле. 44. Улутаянская рудная зона. 45. Туканская рудная зона. 46. Бакр-Узякское рудное поле. 47. Бахтияровское рудное поле. 48. Могутовское рудное поле. 49. Сибайский рудный узел. 50. Баймакский рудный узел. 51. Айдырлинское рудное поле. 52. Брединская рудная зона. 53. Джетыгаринский рудный район. 54. Восточно-Джетыгарское рудное поле.

На фиг. 4 показаны характерные структурные типы сочетаний подвижных зон и погребенных структур, благоприятные для размещения золотоносных территорий Урала.

Нужно сказать, что аналогичная попытка выявления рудоконтролирующих подвижных зон была сделана Руссаковым М. П. и затем Воларовичем Г. П. для Южного Приморья. Как указывает Радкевич Е. А. [13], высказанная этими исследователями идея о приуроченности оруденения к узлам своеобразной сети подвижных зон за последние двадцать пять лет подтвердилась открытием новых рудоносных площадей.

Выделение подвижных зон Урала в большинстве своем основано на использовании косвенных геологических признаков. Это обстоятельство вселяет некоторое недоверие к самой методике выделения подвижных зон. Однако получающиеся результаты представляют несомненный интерес и требуют проверки геологической практикой.

Вопрос механизма формирования подвижных зон Урала, особенно тех зон, которые занимают секущее положение относительно генерального простираения складчатых структур, остаются еще совершенно неразработанными. Можно лишь предполагать рудоконтролирующее влияние «основной делимости» [4] земной коры и региональной трещиноватости, возникновение которой может быть связано с горизонтальными перемещениями вещества в волноводах.

Четвертая особенность распределения золотого оруденения Урала, проявляющаяся в высокой концентрации золотоносных территорий на склонах Башкирского выступа, находит объяснение в большой глубинной раздробленности земной коры на этих участках. Эта раздробленность фиксируется развитием здесь густой сети интрузивных тел ультрабазитов и габброидов. В свете современных геофизических данных получает подтверждение гипотеза академика А. П. Карпинского об уфимской подземной глыбе, деформировавшей Урал в своем движении на восток. На магнитометрических картах удается выявить крупные блоки фундамента с характерным смещением на восток по широтным разломам (устное сообщение А. Я. Яроша). Следует отметить, что фронтальная часть Башкирского выступа Урала сложена Уфалейским и Сысертским метаморфическими комплексами, по геофизической характеристике резко отличающимися от других гнейсовых полей уральской складчатой зоны [1]. Как было сказано выше, фронтальная часть выступа в отличие от его склонов лишена золотого оруденения.

Мы пытались отразить количественную сторону влияния тектонических структур на локализацию золотого оруденения. С этих позиций было рассмотрено 54 золотоносных территории. Основная рудоконтролирующая роль принадлежит крупным разрывным нарушениям земной коры. Наиболее частая приуроченность золотоносных площадей наблюдается к областям сопряжений разломов (53,7%). Существенное значение в распределении золотого оруденения имеют субмеридиональные зоны глубинных разломов первого порядка (42,6%). С погребенными разломами субширотного направления пространственно увязываются 48% золотоносных площадей Урала. Тесную пространственную связь золотое оруденение обнаруживает с малыми интрузиями (53,7%). Анализируя характер пространственной связи золотого оруденения со складчатыми структурами, нетрудно увидеть тяготение золотоносных площадей к крыльям антиклинориев и синклинориев, положению которых часто соответствуют зоны открытых или скрытых глубинных разломов.

Анализируя характер размещения золотоносных территорий в региональных структурах Урала, вскрывая рудоконтролирующее влияние погребенных структур фундамента и открытых и скрытых зон глубин-

ных разломов большой протяженности, мы неминуемо приходим к главному выводу о невозможности познания закономерностей размещения золотоносных площадей без изучения особенностей геологического строения нижних горизонтов земной коры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьева Е. М., Дорофеев Б. В. Элементы геологического строения восточного склона Урала и Зауралья по геофизическим данным. Тр. СГИ, вып. 43, 1963.
2. Бакиров А. Г. Связь рудных образований Урала с его широтными структурами. ДАН СССР, № 5, т. 149, 1963.
3. Бакиров А. Г. К методике выявления открытых разломов. Материалы по мин., петрогр. и пол. ископ. Зап. Сибири и Красноярского края., вып. 2, 1964.
4. Белоусов В. В. Структурная геология. Изд-во МГУ, 1961.
5. Желобов П. П., Лавров А. Н. Сысертско-Чебаркульская подвижная зона Урала. СГИ, вып. 43, 1963.
6. Иванкин П. Ф. Проблема пучков малых интрузий и гидротермальных струй на колчеданно-полиметаллических полях Рудного Алтая. Доклады АН СССР, т. 138, № 4, 1961.
7. Малахов А. А. Как произошли Уральские горы. Свердловск, 1951.
8. Малахов А. А., Желобов П. П. О глубинной геологии Урала. АН СССР, т. 146, 1962.
9. Малахов И. А. Петрохимия ультрабазитов Урала. Свердловск, 1966.
10. Минкин Л. М. О роли древних (дорифейских) структур в строении Уральского складчатого пояса. Тр. СГИ, вып. 43, 1963.
11. Пейве А. В. Глубинные разломы в геосинклинальных областях. Изв. АН СССР, сер. геол., № 5, 1945.
12. Пронин А. А. Основные черты истории тектонического развития Урала. Изд. «Наука», АН СССР, 1965, М.—Л.
13. Радкевич Е. А. Металлогения Южного Приморья. Тр. ин-та геол. рудн. м-ний, петрографии, мин. и геохим. Изд. АН СССР, вып. 19, 1958.
14. Халевин Н. И. Строение Урала в свете геофизических данных. «Совет. геол.», № 2, 1960.
15. Скрытые рудоконтролирующие глубинные разломы. Тр. ин-та геол. рудн. м-ний, петрограф., мин. и геохим. Изд. АН СССР, вып. 84, Москва, 1962.