

## СТРУКТУРНО-ВЕЩЕСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ РУДНОГО ПОЛЯ «ГЛУХОЕ» В КОНТЕКСТЕ ЭВОЛЮЦИИ ЖУРАВЛЁВСКОГО ТЕРРЕЙНА (СИХОТЭ-АЛИНЬ)

В. М. Ненахов, А. В. Никитин, Д. С. Фелюфьянов, Е. В. Ненахова

*Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию: 13 ноября 2017 г.

**Аннотация:** рассмотрена структура рудного поля золоторудного месторождения «Глухое», ключевой особенностью которой является терригенный мономиктовый меланж. Его текстурные особенности свидетельствуют об объёмном разнонаправленном пластическом течении тектонически дезинтегрированного терригенного материала преимущественно вдоль поверхности сместителя крупного разрывного нарушения (Кулишовского разлома), пересекающего всю изучаемую территорию. Формирование меланжа проходило в условиях доминирующего субмеридионального сжатия, ответственного за надвиго-сдвиговые деформации, с которыми связано нагнетание тонко раздробленного материала, с образованием тектонических блоков эллипсоидальной, веретенообразной, реже шарообразной формы, так называемых «обдавышей», заключённых в тонкоперетертую массу с флюидальной текстурой. Соотношение сдвиговых и чешуйчато-надвиговых разрывных дислокаций позволяет предполагать синсдвиговую природу последних, как отражение транспрессионной кинематики. Это подтверждается самой ориентировкой чешуй в северо-восточной части изученного участка, и разворотом поверхностей сместителей чешуй против часовой стрелки в зоне к северу от Кулишовского сдвига. Доминирующая ориентировка осей тектонических блоков – «обдавышей» подтверждает транспрессионную природу Кулишовского разлома, при этом сбросовая компонента на изучаемом участке не выявлена. Анализ фактического материала по структуре рудного поля месторождения «Глухое» и сопоставление его с существующими моделями образования Журавлёвского террейна в целом согласуются с моделью формирования и аккрецирования в обстановке левосдвиговых дислокаций, связанных, по видимому, со скольжением океанической плиты вдоль континента с юга на север. Матрикс меланжа является относительно легко проницаемым субстратом для гранитоидных расплавов и, особенно для рудоносных растворов. Рудный процесс, связанный с кварц-карбонатным метасоматозом, проявлялся многостадийно и достаточно длительное время, параллельно с формированием меланжа на его заключительной стадии, о чём свидетельствуют факты дезинтеграции тел кварц-карбонатного объёмного метасоматоза в зонах меланжа и наложенных процессов регенерации в жильном варианте.

**Ключевые слова:** Сихотэ-Алинский пояс, Журавлёвский террейн, меланж, «обдавыши», матрикс, тектонические чешуи.

### THE STRUCTURE OF THE ORE FIELD “GLUKHOE” IN THE CONTEXT OF EVOLUTION OF ZHURAVLEV TERRANE (BY SYKHOTE-ALIN)

**Abstract:** the structure of the ore field of the gold ore deposit “Glukhoe” is considered. Its key feature being terrigenous monomictic melange. Its texture peculiarities are the evidence of volumetric non-unidirectional plastic flow of tectonically disintegrated terrigenous material mainly along the large fault disturbance (Kulishov fault), that goes through the whole area under investigation. The formation of melange took place in conditions of dominating compression accompanied by formation of tectonic debris contained in the finely ground mass having fluidal texture. This compression is responsible for thrust-shift deformations which the pumping of finely shattered material is conditioned. The relation between shift and scale-thrust dislocations allows to suppose synshift character of the latter as the result of transpressive kinematics. This is confirmed by the orientation of scales in the northeastern part of the area under investigation as well as by distinct tendency to echelon-like counter-clockwise displacement of scales surfaces in the zone to the north of Kulishov fault. Dominating orientation of the axes of tectonic debris confirms shift character of Kulishov fault, with jump-down component being practically excluded. Analysis of the ore field of the deposit “Glukhoe” and its comparison with the existing models of the

*Zhuravlev terrane formation mainly agrees with the mechanism of oblique subduction, that leads to formation of left-shift deformation. Melange substrate is a good permeable material for granitoid melts and in particular for ore-bearing solutions. Ore process conditioned by quartz-carbonate metasomatism takes place in a multistage manner for a long period of time subsynchronously with the formation of melange at its final stage. This is confirmed by both disintegration of bodies subjected to quartz-carbonate volumetric metasomatism and superimposition of regeneration processes in the vein variant.*

**Keywords:** Sykhote-Alin belt, Zhuravlev terrane, melange, tectonic debris, matrix, tectonic scales.

### Введение

Для более эффективного планирования направления поисково-оценочных и разведочных работ одним из важнейших дополнений является создание геолого-структурной модели рудолокализации как конкретных рудных тел, так и всего месторождения (рудопроявления). Применительно к золоторудным объектам структурный контроль часто выходит на первый план. Всё это касается и рассматриваемого рудного поля «Глухое».

Представляется важным вскрыть не только особенности структуры конкретного рудного поля, но и понять механизм его формирования, как отражение тектонических процессов на региональном, а иногда и глобальном уровнях, что позволит оценить вероятность обнаружения подобных объектов в сопряжённых структурах или на их продолжении.

### Геологическое строение района исследований

Золоторудное месторождение «Глухое» находится в Красноармейском районе Приморского края, в бассейне верхнего течения речек Грозной и Развилки – правых притоков реки Колумбе. В региональном структурно-тектоническом плане месторождение приурочено к Журавлёвскому террейну, входящему в состав Сихотэ-Алинского складчатого пояса (рис. 1). Журавлёвский террейн в соответствии с современными представлениями является частью Журавлёвско-Амурского террейна. Ранее выделялись два самостоятельных террейна – Журавлевский, расположенный юго-восточнее Центрального Сихотэ-Алинского разлома [1], и Амурский к северо-западу от него [2]. Объединение этих террейнов в единый структурный элемент основывается на распространении однотипных валанжинских слоев с бухиевой фауной, которые S-образной полосой протягиваются через весь Сихотэ-Алинь (Рис. 1).

*Журавлевско-Амурский террейн* (рис. 1) занимает большую часть хр. Сихотэ-Алинь и представляет собой полосу северо-восточного простирания протяженностью около 800 км и шириной до 80 км. От расположенного северо-западнее *Самаркинского террейна* он отделен системой разрывов крупного левостороннего сдвига – Центрального Сихотэ-Алинского разлома или одного из его ответвлений. С юго-востока к Журавлевско-Амурскому террейну примыкают *Таухинский террейн* – фрагмент раннемеловой аккреционной призмы и расположенный севернее широты 45° *Кемский террейн* – фрагмент баррем-альбской островодужной системы [3]. В северном Сихотэ-Алине в бассейне р. Гур Журавлевско-Амур-

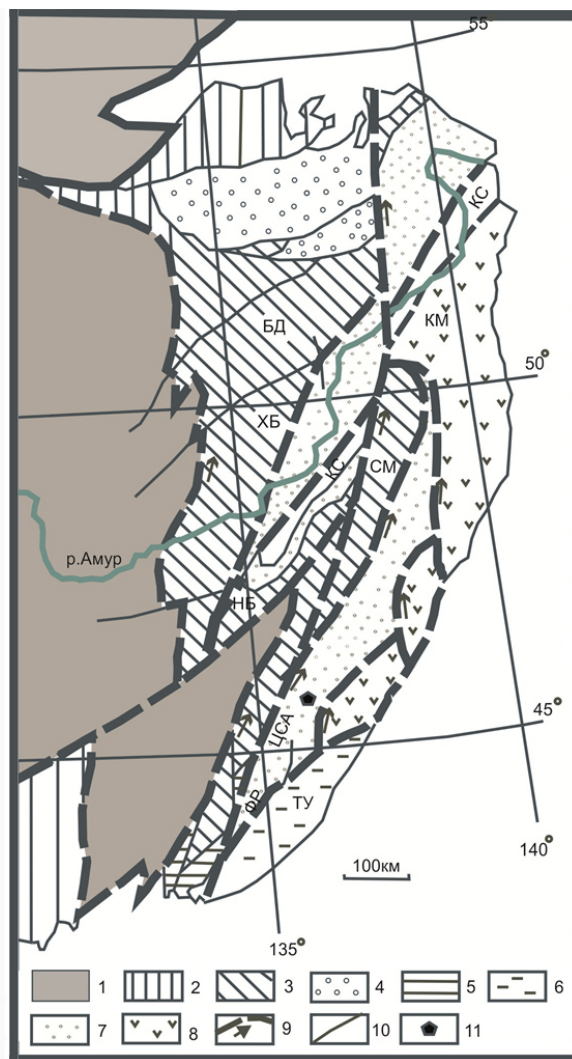


Рис. 1. Террейны Сихотэ-Алиня и прилегающих территорий [по Голозубов 2004 с изменениями]. Условные обозначения: 1 – докембрийские и раннепалеозойские кратоны и супертеррейны; 2 – палеозойские террейны; 3, 4 – юрские террейны; 3 – фрагменты аккреционных призм (СМ – Самаркинский, ХБ – Хабаровский, БД – Баджалский), 4 – приконтинентального турбидитового бассейна; 5 – фрагменты докембрийского-раннепалеозойского континента, включенные в структуры юрской аккреционной призмы и испытывавшие вместе с ними цикл син- и постаккреционных преобразований; 6–9 – раннемеловые террейны – фрагменты: 6 – неокомской аккреционной призмы (ТУ – Таухинский), 7 – Журавлевско-Амурского приконтинентального турбидитового бассейна, 8 – баррем-альбской островодужной системы (КМ – Кемский), 9 – левые сдвиги, в том числе, ЦСА – Центральный Сихотэ-Алинский, ФР – Фурмановский; 10 – прочие разрывные нарушения; 11 – месторождение «Глухое».

кий террейн выклинивается, однако, его продолжения предполагаются западнее Центрального Сихотэ-Алинского разлома вдоль право- и левобережья р. Амур вплоть до приустьевой части р. Уссури [4].

В составе отложений Журавлёвского террейна выделяется восемь свит: журавлевская, ключевская, усть-колумбинская, приманкинская, каталевская, дивнинская, светловоднинская и лужкинская.

Наиболее крупными сдвигами, разграничивающими террейны, являются: Центральный Сихотэ-Алинский, Арсеньевский и Фурмановский.

*Центральный Сихотэ-Алинский (ЦСА) левый сдвиг* прослеживается по простиранию более чем на 1000 км (рис. 1). По данным глубинного сейсмического зондирования, этот крутой разлом, проникая на глубину не менее 40 км, пересекает границу Мохо. Как левый сдвиг разлом начал формироваться в юре, а возможно, и в триасе с продолжением в раннем мелу и значительной активизацией в позднем мелу, выразившейся левосторонним смещением альб-сеноманских гранитоидов на амплитуду не менее 60 км. Левосторонние смещения по ЦСА происходили и в позднепалеоценовое время с амплитудой около 12 км. Суммарная амплитуда ЦСА левого сдвига как минимум 200–350 км.

К востоку от ЦСА установлена система суб- и параллельных ему сдвигов (*Восточный, Микулинский, Арминский, Кулишовский и др.*), образующих Восточно-Сихотэ-Алинскую сдвиговую зону шириной не менее 150 км. Наиболее отчётливо проявлены продольная краю континента система левых сдвигов (СВ 25–30°), и ориентированные косо к краю континента две диагональные системы – СВ 50–70° приконтинентальная (взбросо-сдвигов) и приокеаническая (меридиональная), оперяющие стержневую зону. Эти сдвиги, подобно гигантскому кливажу, пересекают континентальную кору, левосторонне смещая границы раннемеловых складчатых осадочных комплексов, а также массивы альб-сеноманских гранитоидов на амплитуды до 17–30 км. [5].

Магматическая активность в Журавлёвском террейне приурочена к зонам прямолинейных крутопадающих сдвигов (Арсеньевский, Центральный, Восточный и др.). В зоне Центрального Сихотэ-Алинского разлома она проявилась в активизации отдельных гранитоидных очагов ильменитовой серии, относящихся к татибинскому комплексу. Между Восточным и Центральным разломами магматизм проявился в форме приразломных внедрений базальт-андезитовой магмы (синанчинского комплекса) и малых интрузий монцо-диорит-гранодиоритового состава (новогорский комплекс).

Многочисленные дайки и несколько штоков в пределах изучаемого месторождения, по литературным данным [6,7], относятся к синанчинскому комплексу, что на наш взгляд является недостаточно аргументированным и требует дополнительных исследований.

### Структурно-вещественные комплексы рудного поля

Существующие тектонические модели и геодина-

мические реконструкции Журавлёвского террейна [4, 8, 9, 10, 6], в пределах которого находится «Глухое», не могут в полной мере объяснить особенности строения структуры упомянутого рудного поля. В то же время именно изучение структуры рудного поля Глухое способно дать ключ к расшифровке строения Журавлёвского террейна в целом.

Структура рудного поля «Глухое» характеризуется большой сложностью, обусловленной сочетанием разнообразных тектонических факторов, проявленных в условиях доминирующего субмеридионального сжатия, осложнённого импульсами локального растяжения недостаточно выясненной кинематики. В его пределах при детальном картировании выявлены чешуйчато-надвиговые деформации, выполненные дезинтегрированными породами меланжевого типа, сочетающиеся с большеамплитудными зонами сдвигов с субвертикальными сместителями (Рис. 2).

В структурном отношении территория месторождения представляет собой сочетание чередующихся линейных синклиналей и антиклиналей, осложнённых многочисленными складками второго порядка с общим северо-восточным простиранием, и разрывными нарушениями различного возраста и механизма образования (рис. 2).

Рудное поле сложено нижнемеловыми терригенными породами, прорванными мелкими интрузиями диорит-гранодиоритового ряда, с которыми связано проявление метасоматоза, контролирующего оруденение.

### Стратифицированные образования

Изучаемый объект расположен в бассейнах рек Колумбе – Левая Микула. Он сложен осадочными образованиями нижнего мела, относящимися в основном к высокоуглеродистому глинисто-алевропесчаному типу и представленными стратиграфическими подразделениями валанжинского (ключевская свита), готеривского (усть-колумбинская свита) и отчасти барремского (приманкинская свита) ярусов.

Для терригенных образований площади характерны незначительная туфогенность, наличие углефицированного растительного детрита, близких, практически идентичный состав слагающих свиты пород, различающихся лишь объёмным соотношением песчаников, алевролитов и аргиллитов.

Преобладание в разрезе алевроаргиллитов и алевролитов с разлинзованными прослоями, обломками и глыбами песчаников, представляет собой, по видимому, конседиментационный микстит олистостромового типа. Матрикс в подобных образованиях представлен алевропелитовым материалом без признаков тектонизации.

### Нестратифицированные образования

К нестратифицированным образованиям отнесены интрузивные тела и связанные с ними приконтактово изменённые породы (роговики и разнообразные метасоматиты).

В пределах рудного поля интрузивные образования

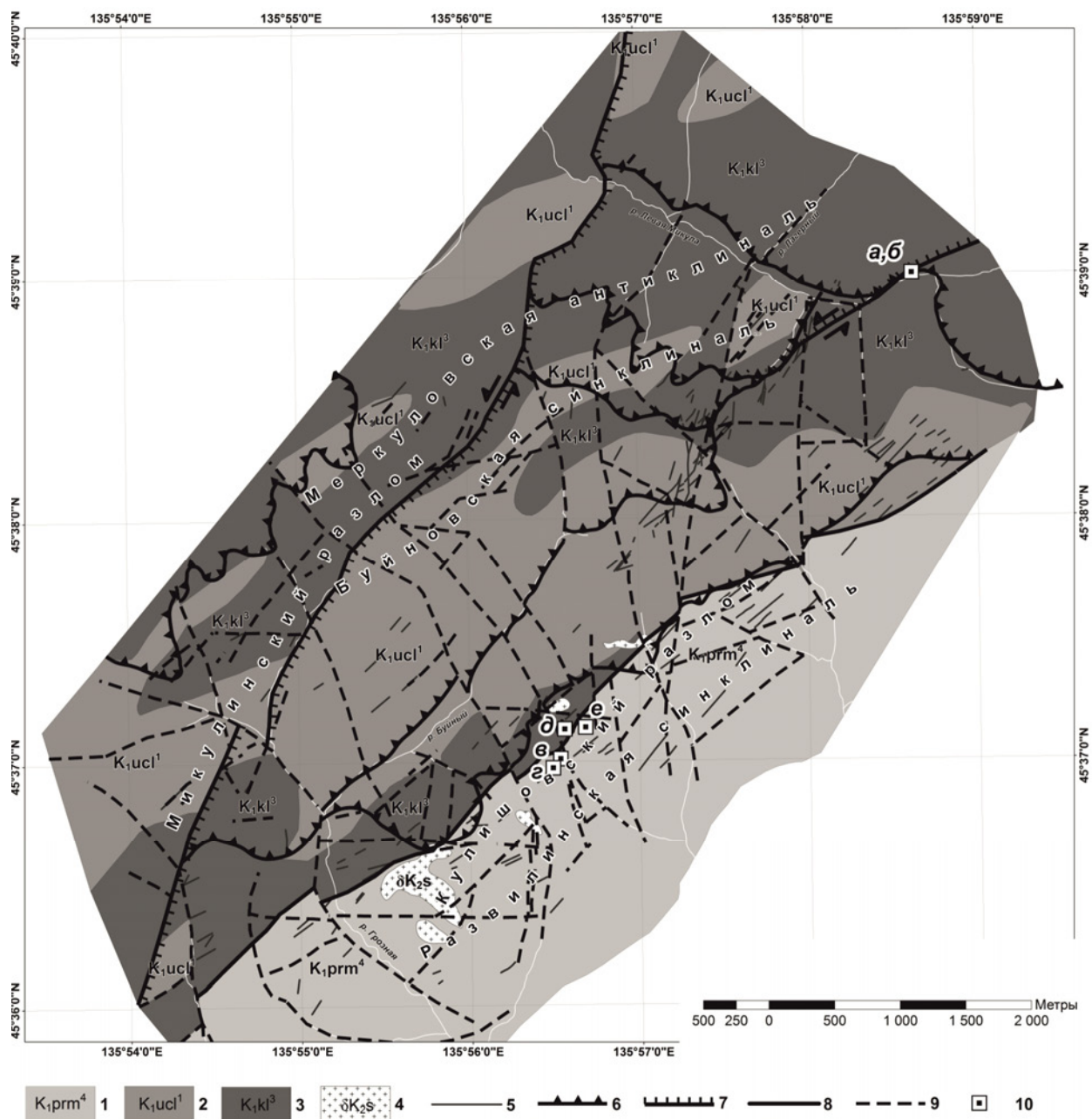


Рис. 2. Схематическая геологическая карта рудного поля “Глухое”. Условные обозначения: 1 – Приманкинская свита, четвертая пачка, переслаивание алевролитов, аргиллитов, песчаников; 2 – Усть-Колумбинская свита, первая пачка, песчаники мелко- и среднезернистые, реже алевролиты, аргиллиты; 3 – ключевская свита, третья пачка, алевролиты, аргиллиты, с примесью органического вещества; 4 – штоки гранитоидов; 5 – дайки среднего состава; 6 – чешуйчатые надвиги; 7 – сдвиги, осложняющие аллохтон надвига (Микулинский разлом); 8 – левосторонний сдвиг (Кулишовский разлом); 9 – второстепенные разрывные нарушения; 10 – точки наблюдения с описанием в тексте: а – аксоноклиналь, б – сочленение подошвы надвига и автохтона, в, г, д, е – точки наблюдения в искусственных обнажениях (описание в тексте).

представлены мелкими штокообразными телами и дайками диоритов, кварцевых диоритов, диоритовых порфиритов, реже габбро и габбро-диоритов, развитых преимущественно в зоне влияния Микулинского и Кулишовского разломов.

Мелкие интрузии, связанные с ними зоны орго-викования, и дайки образуют цепочку скрытых, реже выходящих на дневную поверхность тел.

Среди магматических пород наиболее типичны кварцевые диориты. *Кварцевые диориты* имеют зеле-

новато-серую окраску, массивную текстуру. Структура мелкозернистая, равномернозернистая, микро-структура гипидиоморфнозернистая. Минеральный состав: плагиоклаз 55–60 %, роговая обманка 20–25 %, кварц 5–10 %, биотит 5 %, рудный минерал 2–3 %.

*Приконтактные изменения* в породах, вмещающих интрузии, проявлены в основном зонами орго-викования шириной до 250–300 м, а также разнообразными метасоматически изменёнными породами.

Метасоматиты интенсивно трещиноваты. Большая

часть трещин серицит-кварц-карбонатного выполнения. Характерны среднезернистые кварц-рудные прожилки с карбонатом.

Под микроскопом цвет светло-серый с желтоватым оттенком. Текстура массивная, микроструктура микролепидогранобластовая, характеризуется развитием зерен кварца, пирита и серицита, прослеживается реликтовая обломочная структура. Минеральный состав: кварц 30–35 %, серицит 20–25 %, карбонат 10–15 %, рудный минерал 25–30 %.

Метасоматоз проявлен как в виде прожилкования (прокварцевания с карбонатом), так и в виде объёмного замещения (окварцевания). Прокварцевание с карбонатом является более поздним наложенным процессом относительно объёмного окварцевания. Все типы метасоматоза интенсивно проявлены в меланжевой сдвиговой зоне, представляющей собой область повышенной проницаемости. Метасоматоз проявлялся субсинхронно с формированием матрикса меланжа, о чём свидетельствуют факты наличия тектонически переработанных прожилков кварц-карбонатного состава и участков объёмного метасоматоза внутри тела меланжа.

#### *Складчатые структуры*

Как уже было отмечено, в пределах рудного поля развиты линейные складки, оси которых ориентированы в северо-восточном направлении. Все они осложнены дополнительной складчатостью более высоких порядков и разбиты разрывными нарушениями на блоки. Основными складчатыми структурами I порядка являются Развиллинская синклиналь и Меркуловская антиклиналь, представленная на участке своей северо-восточной частью.

Меркуловская антиклиналь в пределах участка прослеживается до р. Лев. Микула, распространяясь далее за его пределы. Ядро структуры образовано породами ключевской свиты, юго-восточная часть обрвана Кулишовским разломом и осложнена Буйновской синклиналью II порядка. В целом это симметричная складка, в основном, с крутыми (60–80°) углами крыльев; складки высоких порядков линейные, сильно сжатые, гребневидные, с размахом крыльев 0,5–1 км и протяженностью несколько километров. В зонах разрывных дислокаций наблюдаются асимметричные наклонные складки.

Развиллинская синклиналь является крупной отрицательной структурой, протяжённость её в пределах изучаемой территории более 24 км, ширина 4–6 км. Она прослеживается от левых истоков р. Бол. Северная до истоков р. Развилинка и Лев. Микула. Это сложная структура, состоящая из большого количества складок второго порядка, с размахом крыльев от сотен метров до 0,6–1 км. Складки второго порядка осложнены складками более высоких порядков, для которых характерны резкие изгибы осей, частая ундуляция шарниров, наличие флексуобразных перегибов слоев, сопровождающихся межслоевыми срывами, дроблением и будинажем. Углы падения на кры-

льях колеблются от 40° до 80° с преобладанием 55–65°. Некоторое выполаживание слоев наблюдается в осевой части структуры. В принадвиговых частях отмечаются мелкие лежащие складки.

Ядро Развиллинской синклинали сложено алевролитами, алевросланцами с прослоями мелкозернистых песчаников четвертой пачки, а крылья – нижними пачками приманкинской свиты. Северо-западное крыло срезано зоной Кулишовского разлома. Мощность пород четвертой пачки приманкинской свиты 390–410 м, а ширина выхода на территории месторождения «Глухое» более 1300 м, породы прослеживаются к юго-востоку от лицензионной площади.

На северо-востоке изучаемой площади у истоков руч. Буйный наблюдается периклинальное замыкание антиклинали, ядро которой сложено отложениями третьей пачки ключевской свиты, а крылья породами первой пачки усть-колумбинской свиты. На юго-западном продолжении вдоль оси складки, усть-колумбинские отложения образуют мульдовидную структуру, ограниченную с СЗ и ЮВ разрывными нарушениями с встречными падениями сместителей.

#### *Разрывные структуры*

Складчатые структуры осложнены разрывными нарушениями различных типов: чешуйчатыми надвигами, сдвигами, сбросами и взбросами со сдвиговой составляющей. Большеамплитудные разрывные нарушения практически всегда сопровождаются разнообразными хаотическими комплексами, богатый опыт изучения которых [11, 12] был использован применительно к структуре рудного поля «Глухое».

Непосредственно маршрутными наблюдениями изучены надвиги и сдвиги в обнажениях вдоль дороги в правом борту р. Лев. Микула, в горных выработках, а также выявлены по результатам дешифрирования аэрофотоснимков (АФС).

*Чешуйчато-надвиговые дислокации* представлены двумя группами-генерациями, отличающимися по ориентировке, амплитудам смещения и возрасту. Разрывные нарушения первой генерации более древние, с большими амплитудами перемещения имеют СВ простирание и деформированные поверхности сместителей.

Наиболее отчетливо это проявлено в центральной части площади (рис. 2), где усть-колумбинские отложения образуют мульдовидную синформу, ограниченную с СЗ и ЮВ разрывными нарушениями с встречными падениями сместителей. Синформа в ядерной части осложнена разрывом сдвиговой природы, а в СВ части срезана серией чешуйчатых надвигов второй генерации, ортогонально ориентированных относительно надвигов первой генерации. Обнажение такого надвига описано в дорожном уступе в приустьевой части первого правого притока руч. Лагерный. В основании дорожного вреза (3,5 м) обнажается автохтон в виде переслаивающейся толщи алевролитов и аргиллитов ключевской свиты, с падением слоёв под углом 70° на восток. Выше залегает аллохтон,



который представлен интенсивно раздробленной, разлинзованной, меланжированной толщей с отчётливой ориентировкой тектонических линз на СЗ 335°, и углом падения 50°. Поверхность сместителя неровная, деформированная, с пологим погружением к востоку и западу. Видимая мощность аллохтона до 1,5 м.

В 1,2 км вниз по течению в дорожном разрезе высотой 2,5 м также отмечается поверхность сместителя этого же чешуйчатого надвига. Всё обнажение сложено грубо разлинзованными алевролитами ключевской свиты, разбитыми разно ориентированной системой трещин. В автохтоне (1,5 м) отмечается две системы трещин с падением на СВ 80°, угол 50° и ЮВ 150°, угол 58°.

Деформированная поверхность сместителя чешуйчатого надвига падает на ЮЗ 240° с углом 15°. В приконтактной зоне алевролиты передроблены до обломков мелкощебенчато-дресвяной размерности, погруженных в более тонкий матрикс.

В 40 м вдоль дороги вверх против течения в правом борту долины в дорожном разрезе высотой 3 м также отмечается зона надвига (рис. 3). Нижний блок (Н = 1 м) сложен мелкозернистыми массивными песчаниками, в которых отмечается тонкая «кливажная» трещиноватость, подчёркиваемая полосами осветления с падением на З 250°, угол 50°. Вторая система трещин ЮЗ 240°, угол 72°. Верхний блок (аллохтон) с видимой мощностью около 2 м представлен аргиллитами с директивной линзовидно-чешуйчатой текстурой, с падением на СЗ 345°, под углом 20° параллельно поверхности сместителя. В аллохтоне отмечаются линзы, реже «обдавыши», округлой формы. Обтекающий их аргиллитовый матрикс формирует флюидально-вихревую текстуру (Рис. 3).

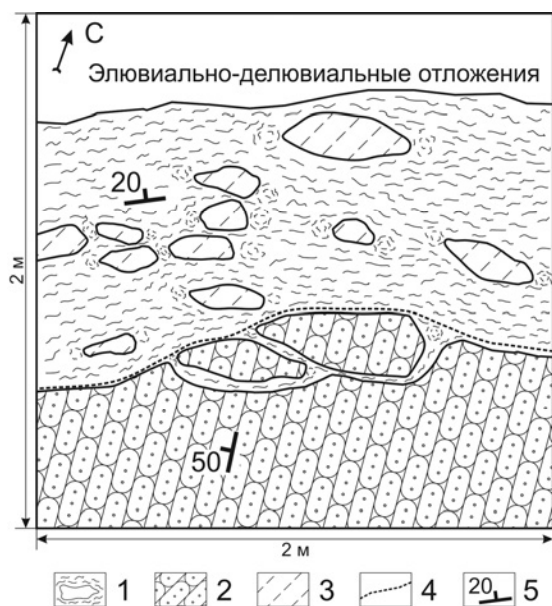


Рис. 3. Характер сопряжения аллохтона и автохтона в чешуйчатом надвиге (в аллохтоне в аргиллитовом матриксе с флюидальной текстурой (Аз.пад. СЗ 345°, угол 20°) тектонические глыбы – «обдавыши», в автохтоне массивные песчаники (Аз.пад. ЮЗ 250°, угол 50°). Условные обозначения:

1 – будины в флюидальном матриксе, 2 – грубослоистые песчаники автохтона, 3 – аргиллиты, 4 – подошва аллохтона, 5 – элементы залегания.

Характерной особенностью чешуйчатых надвигов является маломощное (первые метры) проявление зон милонитизации, что отражает относительно малые амплитуды перемещения.

Пологие структуры надвигового типа в правом борту р. Лев. Микула сопряжены с крутопадающими сдвигами СВ простирания. В точке с координатами N 45°39'00", E 135°58'37", во врезе дороги высотой 2,5 м на протяжении 6 м наблюдаются коренные выходы тёмно-серых аргиллитов с субгоризонтальной ярко выраженной флюидальной текстурой. Восточнее флюидально-рассланцованные аргиллиты «утыкаются» в крыло изоклиальной сильно сжатой горизонтальной складки (аксоноклинали) с субвертикальным шарниром. Слагающие её аргиллиты имеют субвертикальную плитчатость (рис. 4). Подобные складки с вертикальными шарнирами характерны для крутопадающих присдвиговых зон (Рис. 4).

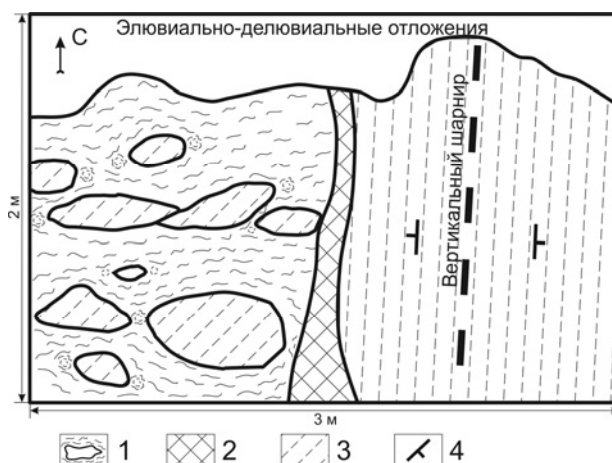


Рис. 4. Характер сопряжения поднадвигового меланжа и складки с вертикальным шарниром в зоне сдвига (пояснения в тексте). Условные обозначения: 1 – будины в флюидальном матриксе; 2 – синдвиговая зона дробления; 3 – аргиллиты слагающие аксоноклинали; 4 – элементы залегания.

Субвертикальные сдвиги самой поздней генерации ориентированы преимущественно с ЮВ на СЗ ортогонально к чешуйчатым надвигам СВ простирания и субпараллельно надвигам с СЗ простиранием.

Основная рудная зона «Глухое» пространственно приурочена к зоне регионального Кулишовского разлома СВ простирания.

В пределах рудного поля две крупные зоны разломов – Микулинская и Кулишовская.

Микулинская зона прослеживается через всю площадь от водораздела ключа Мутного и р. Грозной, вниз по распадку, в долину р. Грозной, а затем через долину р. Лев. Микула уходит за пределы площади. Это сдвиговая зона, представляющая собой систему разрывов северо-восточного и субмеридионального направлений, с которыми генетически связаны опе-

ряющие нарушения северо-западного и субширотного простирания. Микулинский сдвиг осложняет (срезает) надвиг, ограничивающий ранее упомянутую синформу. С Микулинским разломом связано несколько золотоносных зон оруденения.

По данным предшественников [5, 13] большая часть разрывных нарушений изучаемой территории представлена левосторонними сбросо-сдвигами. К подобному типу относится и Кулишовский разлом со сместителем, крутопадающим на ЮВ 130–140°, угол 65–75°. Этот разлом также прослеживается через всю площадь от р. Грозной по юго-восточному склону вдоль хребта, отделяющего кл. Буйный и его левые притоки от истоков правых притоков р. Румянцева, и далее с поворотом к востоку уходит за пределы площади. Этот разлом является рудоконтролирующей структурой главной рудной зоны.

Если с точки зрения макрокинематики природа Микулинского и Кулишовского разломов достаточно понятна, то на микроуровне она изучена не достаточно. В этой связи, ниже приводится описание фрагмента Кулишовской зоны разлома по вскрытому канавами участку в пределах главной рудной зоны.

Во всех канавах, пройденных по рудному телу, прослеженному более чем на 2 км по простиранию при мощности до 150 м, наблюдаются многочисленные зоны дробления, расланцевания, милонитизации и брекчирования. Например, в канаве на юго-западном фланге (т.н. *в* на рис. 2), в интервале 30–35 м степень тектонизации выглядит как интенсивно передробленная матричная порода, сложенная алевритами, потерявшими первичные текстурные признаки. В указанном интервале достаточно чётко видны тектонические блоки иногда в виде угловатых, реже округлых участков (особенно отчётливо в интервале 31–32 м).

Для таких участков типичные признаки меланжа распознаются не сразу, т.к. матрица представлена щебнисто-дресвяным материалом, между которым находится более тонкий тектонический терриген. Текстуры течения при этом выражены недостаточно отчётливо, хотя при более внимательном рассмотрении они всё-таки просматриваются. Тектониты подобного типа сохраняются до интервалы 43 м.

На отдельных участках степень меланжированности увеличена, так например, в интервале 65–70 м матричный материал, заполняющий зону разлома, представляет собой дресвяно-щебенчатые обломки, погруженные в матрикс, с чётко выраженными текстурами флюидально-вихревого типа. Флюидальность подчёркивается ориентированным расположением дресвяно-щебенчатого материала, образующего завихрения, в центре которых находятся округлые тектонические блоки разного размера.

В интервале 70–75 м описанные текстуры осложнены линейными субгоризонтальными зонами, являющимися разрывными нарушениями более поздней генерации, создающими иллюзию «слоёного пирога» внутри меланжированной песчано-алевритовой толщи

и отражающими транспрессионную природу сдвига.

С интервала 85 м количество предельного тектонита в объёмном выражении резко увеличивается, и выполнение разлома представляет собой типичный матричный меланж. При этом на долю матрикса приходится 70–90 % всего объёма (тонкофлюидальные текстуры). Субгоризонтальные перемещения при этом накладываются на объёмное течение меланжированного комплекса.

В интервале 100–110 м обнаружен блок с сохранившимися (реликтовыми) текстурными признаками в виде слоистости с элементами будинажа (рис. 5), с мозаичным развитием более мелких блоков различного размера (от 10–20 до 100 и более см) (Рис. 5).

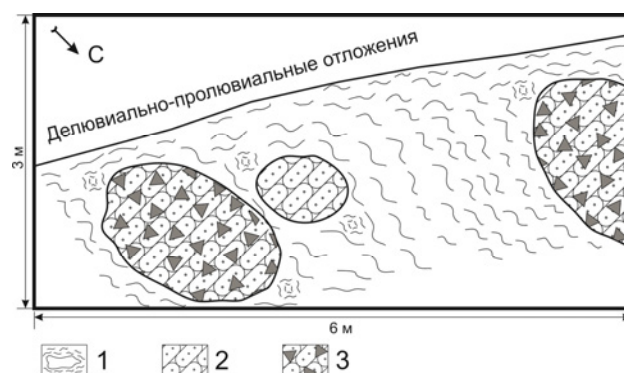


Рис. 5. Элементы будинажа с обдавышами различного размера в искусственном обнажении (т.н. *в* на рис.2). Условные обозначения: 1 – будины в флюидальном матриксе; 2 – песчаники массивные; 3 – песчаники брекчированные.

В интервале 105–110 м достаточно отчётливо проявлена ориентировка по осям блоков обломочного материала в СЗ направлении с видимым углом падения от субвертикального в начале интервала до 45° в конце. Блоки – «обдавыши» округлой и рулетообразной формы с максимальным размером до 2 м в диаметре, в пределах которых отмечаются более мелкие обломки с различной степенью тектонической окатанности (обдавленности): от линзовидных размером 0,5x1 м, ориентированных субвертикально (интервал 107–108 м), до идеально округлых диаметром около 30 см (интервал 108–109 м). Матричная порода дресвяно-щебенчатой размерности заполняет промежутки между «обдавышами» и подчёркивает ориентировку последних.

В интервале 110–115 м в целом отмечается преобладающая ориентировка по осям «обдавышей» с падением в СЗ румбах с углом около 45°. В контурах крупных линзовидных блоков отмечается большое количество угловатых и угловато-обдавленных обломков с преобладающей субвертикальной ориентировкой.

В канаве, пройденной через 90 м на юг от предыдущей канавы (т.н. *г* на рис.2), отмечается большая степень тектонизации, зона представлена матричным тектонитом с незначительным количеством крупных «обдавышей».

В интервале 15–20 м отчётливо прослеживаются

субгоризонтально ориентированные линзовидные блоки размером до 1,5 м по длинной оси, сложенные преимущественно мелкодробленным материалом. Визуально линзы выделяются за счёт интенсивного ожелезнения. Ожелезнение проявлено как в тонкоперетёртом тектоните, так и импрегнирует некоторые обломки целиком.

В интервале 20–25 м линзовидность подчёркивается как разноразмерностью обломочной части, так и различной степенью насыщенности гидроокислами железа. Следует отметить наличие субгоризонтальных разрывных нарушений, наложенных на матричный тектонит и срезающих верхнюю часть «обдавышей». Вероятно, вращение «обдавышей» происходило против часовой стрелки и срезалось пологими разрывными нарушениями с относительным перемещением крыльев в направлении СЗ-ЮВ. Наиболее интенсивная степень тектонизации отмечается в верхней части разреза на границе с делювиальными наносами.

В интервале 27–28 м наблюдается ожелезненный участок, ориентированный субгоризонтально, в пределах которого отчётливо прослеживается однонаправленное распределение обломочного материала под углом 30–45° на юго-восток, т.е. ортогонально к преобладающему направлению ориентировки крупных «обдавышей».

В интервале 85–90 м крупные монолитные «обдавыши» хорошей сохранности размером около 0,5х0,5 м с видимым падением на СЗ под углом около 40° слагают центральные части более крупных образований размером до 1,5х0,5 м, ориентированных на ЮВ под углом 40–50°. Границы овалов подчёркиваются более мелким дресвяно-щебенчатым материалом. Верхняя часть этих образований также срезается пологим разрывным нарушением с падением сместителя на СЗ под углом 15–20°.

Ещё через 300 м в следующей канаве (т.н. *д* на рис.2) в интервале 105–110 м вскрыта толща метасоматически изменённых алевролитов, смятых в симметричную лежачую складку (рис.6), осевая поверхность которой занимает положение близкое к горизонтальному, аз.пад. СЗ 345°, угол 5°. Складки подобного типа характерны для подошвенных надмеланжевых частей аллохтонов при формировании надвигов и покровов (Рис. 6).

В канаве, расположенной в 100 м к СВ (т.н. *е* на рис.2), также отмечается толща в различной степени дробленных, перетёртых, местами с образованием будин, алевролитов и песчаников с дресвяно-щебенчатым компонентом в тонкоперетёртом материале, создающим флюидальный текстурный рисунок.

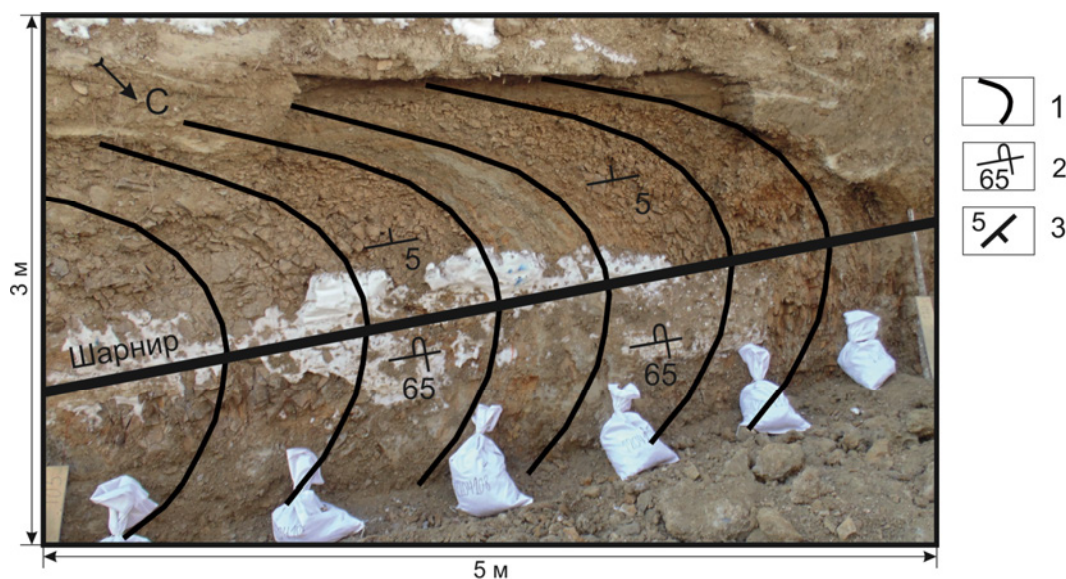


Рис. 6. Лежачая складка, вскрытая в борту канавы (зона Кулишовского разлома). Условные обозначения: 1 – структурные линии призматической части лежачей складки; 2 – опрокинутое залегание; 3 – нормальное залегание.

#### Обсуждение результатов исследований

Анализ распределения обломочного материала в зоне Кулишовского разрывного нарушения показал, что преобладающее направление падения осей тектонических блоков – «обдавышей» и более крупных агрегатов округлой формы, сложенных мелкообломочным дресвяно-щебенчатым материалом, ориентировано на СЗ под углом 40–45°, реже на ЮВ с теми же углами падения. Размеры блоков до 1,5 м по длинной оси с поперечником до 0,5–1 м. На отдельных

участках центральные части вихревых структур выполнены слабо трещиноватыми компетентными обломками песчаника и алевролита, окружёнными более мелким дресвяно-щебенчатым материалом, реже сильно перетёртым матричным тектонитом песчано-алевритовой и пелитовой размерности, создающими флюидальный тип текстуры. Иногда овальные образования проявляются за счёт интенсивного ожелезнения, обычно же границы овалов подчёркиваются ориентированным расположением мелко и тонкообломочного



материала. Верхняя часть таких овалов часто срезана субгоризонтальными разрывами, с видимым падением поверхности сместителя на СЗ под углами 10–20°.

На диаграммах трещиноватости, построенных по результатам замера более 1000 трещин в канавах, отчётливо прослеживается приуроченность зон минерализации и кварц-карбонатного прожилкования к доминирующим системам трещин ЮВ 120–160° и в меньшей степени СЗ 290–315°.

### Заключение

Таким образом, зона основного рудоконтролирующего разрывного нарушения (Кулишовский разлом) представляет собой терригенный меланж мономиктового типа [11, 14, 15], в котором крупные обломки заключены в средне-тонкообломочную массу, представленную пелитом, алевролитом и песчаником. На отдельных, менее тектонически переработанных участках обломки покрыты зеркалами скольжения и имеют угловатую, и даже остроугольную форму. Не менее часто встречаются обломки и блоки пород, имеющих округлую (обдавленную) форму.

Как уже отмечалось, [5, 13] описываемое разрывное нарушение представляет собой крутопадающий сбросо-сдвиг с падением сместителя на ЮВ. Однако ориентировка обломков, флюиальность и вихревые структуры свидетельствуют о более сложной кинематической природе.

Распределение обломочного материала в зоне основного разрывного нарушения свидетельствует о пластичном течении в различной степени перетертого и раздробленного материала (от крупных 0,5х0,5м обломков, до предельного матричного тектонита). Течение тектонически дезинтегрированного материала происходило вдоль зоны левостороннего сдвига, о чём свидетельствует доминирующая ориентировка флюиальных текстур с вращением тектонических блоков против часовой стрелки.

Формирование меланжа проходило в условиях доминирующего сжатия ответственного за надвиговые деформации. При этом происходило нагнетание тонко раздробленного материала, образование тектонических блоков – «обдавышей», заключённых в тонкоперетёртую массу с флюиальной текстурой. Анализ ориентировки «обдавышей» в меланже позволяет сделать вывод о разнонаправленных вертикальных движениях по разлому на фоне доминирования левосдвиговой компоненты.

Кроме того, в канавах задокументированы субгоризонтальные разрывные нарушения, которые хорошо проявлены в зоне основного рудного тела, что свидетельствует о значительном вкладе в формирование структуры чешуйчато-надвиговых дислокаций. Чешуйчато-надвиговые деформации при этом, вероятнее всего, были производными от сдвиговых в условиях транспрессии.

При изучении внутренней структуры Кулишовского разлома нами не установлены факты, позволяющие говорить о сбросовой компоненте, сопровождающей

левосторонний сдвиг.

В структуре рудного поля «Глухое» главным лейтмотивом является сочетание складчатых структур с чешуйчато-надвиговыми дислокациями, обусловленными разрывной тектоникой, характерной для крупных сдвиговых зон. Структура дополнительно осложнена мелкими интрузивными телами диорит-гранодиоритового ряда и сопровождающими их приконтактовыми, в том числе метасоматическими, преобразованиями.

В пределах Сихотэ-Алинской складчатой системы выделяется целая серия разрывных нарушений сдвигового типа, которая объединяется в Сихотэ-Алинскую (СА) сдвиговую зону шириной до 300 км. Наличие раннемеловых сдвигов не отрицается всеми исследователями Сихотэ-Алиня.

В частности в работах А. И. Ханчука, континентальная кора образовалась за короткий промежуток времени в 60 млн лет (средняя юра – альб), включающий формирование террейнов, аккреционных призм, турбидитового бассейна и островной дуги и последующую их коллизию с окраиной континента в результате крупномасштабных левосторонних перемещений по сдвигам. [1, 16].

Анализ фактического материала по структуре рудного поля месторождения «Глухое» и сопоставление его с существующими моделями образования Журавлёвского террейна в целом согласуется с обстановкой левосдвиговых дислокаций, связанных, по-видимому, со скольжением океанической плиты вдоль континента с юга на север [1]. Соответственно, на этом участке окраины для раннего мела реконструируется трансформный тип границы континент-океан, что подтверждает точку зрения, изложенную в работе [8]. Соотношение сдвиговых и чешуйчато-надвиговых разрывных дислокаций позволяет сделать вывод о синсдвиговой природе последних, как отражение транспрессионной кинематики. Это подтверждается самой ориентировкой чешуй в северо-восточной части изученного участка, и разворотом поверхностей сместителей чешуй против часовой стрелки в зоне Кулишовского сдвига.

Доминирующая ориентировка осей тектонических «обдавышей» подтверждает сдвиговую природу Кулишовского разлома, при этом сбросовая компонента мало выражена.

При формировании наполнителя зоны разлома, текстурные особенности (флюиальные, вихревые, спиральные) матрицы меланжа свидетельствуют о локально разнонаправленном течении терригенного вещества, на фоне доминирующего течения вдоль сдвига.

Меланжированный субстрат легко проницаем для гранитоидных расплавов и, особенно, для рудоносных растворов. Рудный процесс, связанный с кремнисто-карбонатным метасоматозом, проявлялся многостадийно достаточно длительное время, параллельно с формированием меланжа на его заключительной стадии, о чём свидетельствуют факты дезинтеграции тел кварц-карбонатного объёмного метасоматоза и наложенных процессов регенерации в жильном варианте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ханчук, А. И. Палеогеодинамический анализ формирования рудных месторождений Дальнего Востока России / А. И. Ханчук // Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука. – 2000. – С.5–34.
2. Натальин, Б. А. Мезозойская аккреционная и коллизионная тектоника юга Дальнего Востока СССР / Б. А. Натальин // Тихоокеанская геология. – 1991. – № 5. – С. 3–23.
3. Геология и полезные ископаемые Приморского края / А. И. Ханчук [и др.]. – Владивосток: Дальнаука, 1995. – 82 с.
4. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: В 2 кн. / Под ред. А. И. Ханчука. – Владивосток : Дальнаука, 2006. – Кн.2. – С. 573–981.
5. Уткин, В. П. Сдвиговый континентальный рифтогенез восточной окраины Азии. / В. П. Уткин, А. Н. Митрохин, П. Л. Неволин // Литосфера. – 2016. – № 4. – С. 5–29.
6. Сахно, В. Г. Позднемезозойско-кайнозойский континентальный вулканизм Востока Азии / В.Г. Сахно. – Владивосток : Дальнаука, 2001. – 336 с.
7. Симаненко, В. П. Сенноманский вулканизм Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса (геохимические особенности) / В. П. Симаненко, А. И. Ханчук // Геохимия. – 2003. – № 8. – С.866–878.
8. Голозубов, В. В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана / В. В. Голозубов. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 239 с.
9. Голозубов, В.В. Таухинский и Журавлевский террейны (Южный Сихотэ-Алинь) – фрагменты раннемеловой азиатской окраины / В. В. Голозубов, А. И. Ханчук // Тихоокеан. геология. – 1995. – Т.14. – № 2. – С.13–25.
10. Малиновский, А. И. Литология и обстановки формирования терригенных отложений вдоль трансформных границ плит на примере раннемелового Журавлевского террейна / А. И. Малиновский, В. В. Голозубов // Тихоокеан. геология. – 2011. – № 5. – С. 36–53.
11. Геологическое картирование хаотических комплексов / В.М. Ненахов [и др.] – М. : Роскомнедра. Геокарт, 1992. – С. 8–87.
12. Полимиктовый терригенный меланж Алайского хребта / Л. В. Кузнецов [и др.] // Геотектоника. – 1990. – № 5. – С.69–80.
13. Уткин, В. П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование / В. М. Уткин. – М. : Наука, 1989. – 166 с.
14. Ненахов, В. М. Микститы Туркестано-Алая / В.М. Ненахов // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер.: Геология. –1996. – № 1. – С. 43–46.
15. Мономиктовый терригенный меланж Алайского хребта / В. Н. Лыточкин [и др.] // Геотектоника. – 1992. – № 3. – С. 37–44.
16. Ханчук, А. И. Мезо-кайнозойские геодинамические обстановки и золотое оруденение Дальнего Востока России / А. И. Ханчук, В. В. Иванов // Геология и геофизика. – 1999. – Т. 40. – № 11. – С. 1635–1645.

*Воронежский государственный университет*

*Ненахов Виктор Миронович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой общей геологии и геодинамики  
E-mail: nenakhov@geol.vsu.ru  
Тел.: +7 (473) 220-89-89*

*Никитин Александр Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры общей геологии и геодинамики  
E-mail: nikav\_1960@mail.ru*

*Фелофьянов Дмитрий Сергеевич, аспирант  
E-mail: feldmitry@gmail.com*

*Ненахова Екатерина Викторовна, аспирант  
E-mail: nev\_vsu@mail.ru*

*Voronezh State University*

*Nenachov V. M., Doctor of the Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of the General Geology and Geodynamics Department  
E-mail: nenakhov@geol.vsu.ru; Tel.: +7 (473) 220-89-89*

*Nikitin A. V., Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the General Geology and Geodynamics Department  
E-mail: nikav\_1960@mail.ru;*

*Felofianov D. S., Postgraduate student  
E-mail: feldmitry@gmail.com*

*Nenakhova E. V. Postgraduate student  
E-mail: nev\_vsu@mail.ru*