

**ПОСТАККРЕЦИОННАЯ КИНЕМАТИКА ДИЗЬЮНКТИВОВ В РАОНЕ СЕВЕРНОГО  
ЗАМЫКАНИЯ САМАРКИНСКОГО ТЕРРЕЙНА (СЕВЕРНЫЙ СИХОТЭ-АЛИНЬ)**

*А.В. Кудымов<sup>1</sup>, П.А. Колтун<sup>2</sup>, Г.А. Злобин<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> ФГБУН Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, ул. Ким Ю Чена 65,  
г. Хабаровск, 680000; e-mail: [kadi77760@mail.ru](mailto:kadi77760@mail.ru)

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО Дальневосточный государственный университет путей сообщения, ул. Серышева 47,  
г. Хабаровск, 680021

Поступила в редакцию 25 января 2013 г.

Показано, что реконструированные поля напряжения являются разновозрастными. Установлена последовательность существования этих полей, отвечающих определенным стадиям деформаций. Наиболее распространенные северо-западные и субширотные правосторонние сдвиги палеоцен-эоценовой стадии деформаций сменялись левосторонними сдвигами олигоцен-среднемиоценовой стадии, а менее распространенные северо-восточные левосторонние сдвиги – правосторонними. В последующую поздние миоцен-плиоценовую стадию деформаций эти разломы приобретали последовательно взбросовые и сбросовые кинематические характеристики. Таким образом в результате вышеизложенной кайнозойской эволюции кинематических характеристик разрывов формировался современный облик структурного рисунка разрывных нарушений северного замыкания Самаркинского террейна.

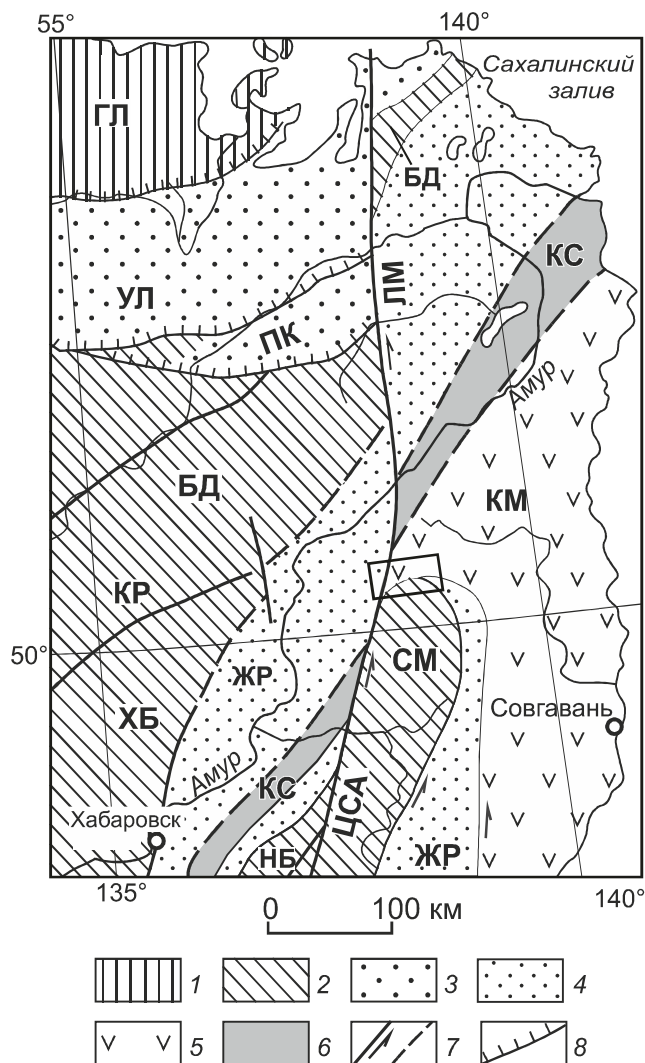
**Ключевые слова:** поля напряжения, зеркала и штрихи скольжения, кайнозой, Кузнецовский перевал, Северный Сихотэ-Алинь.

**ВВЕДЕНИЕ**

Районы бассейна р. Гур и Кузнецовского перевала Северного Сихотэ-Алиня в структурном плане находятся в зоне северного замыкания Самаркинского террейна [3, 19, 20]. Террейн представляет собой фрагмент юрской аккреционной призмы и протягивается от южного побережья Приморья до правобережья нижнего течения р. Амур. Сложен он юрско-раннеберриаскими слоистыми и хаотичными терригенными образованиями и содержит фрагменты позднепалеозойской и раннемезозойской океанической коры (аллохтонные пластины, глыбы и обломки) – базальты, кремни и известняки. Предполагается, что фрагменты океанической коры и терригенный матрикс перемешивались в результате формирования аккреционной призмы в процессе субдукции океанической коры [20]. Формировался террейн в условиях складчатых и дизъюнктивных деформаций, связанных с крупномасштабными левосторонними перемещениями [8, 17, 18]. А.И. Ханчук и другие исследователи [3, 20] считают, что отмеченные крупномасштабные левосдвиговые смещения в обстановке трансформной окраины обусловили структуру

замыкания Самаркинского террейна в виде гигантской складки с крутопадающим шарниром (Гурская петля). Общие черты северного замыкания террейна, согласно [1], сформированы еще на рубеже раннего и позднего мела. Однако характер современного облика замыкания, то есть структурный рисунок дизъюнктивов, окаймляющих Самаркинский террейн, обусловлен постаккреционными кайнозойскими деформациями. Главной целью нашей работы являлась реконструкция кинематических характеристик разрывных нарушений северного замыкания террейна, которые определялись напряженным состоянием зоны замыкания в те или иные этапы геологического развития района.

Первой задачей наших исследований являлась реконструкция локальных полей напряжений в бассейне рек Гур, Верх. Удоми и Мули Северного Сихотэ-Алиня. Вторая задача – установление последовательности существования восстановленных полей напряжения. В основу статьи положены материалы авторов, принимавших участие в полевых работах в 2010 и в 2011 гг. Необходимо отметить, что исследования в районе строящегося Кузнецовского тоннеля проводились не только на естественных обнажениях, которые встречались в



**Рис. 1.** Террейны северной части Сихотэ-Алиня и прилегающей территории [3].

1 – палеозойский Галамский террейн (ГЛ); 2, 3 – юрские террейны: 2 – фрагменты аккреционных призм (СМ – Самаркинский, НБ – Наданьхада-Бикинский, ХБ – Хабаровский, БД – Баджальский), 3 – приконтинентального турбидитового бассейна (УЛ – Ульбанский); 4–6 – раннемеловые террейны – фрагменты: 4 – приконтинентального синдвигового турбидитового бассейна (ЖР – Журавлевско-Амурский), 5 – баррем-альбской островодужной системы (КМ – Кемский), 6 – альбской аккреционной призмы (КС – Киселевско-Маноминский); 7 – левые сдвиги, в том числе: КР – Курский, ЛМ – Лимурчанский, ЦСА – Центральный Сихотэ-Алинский; 8 – надвиги, в том числе: ПК – Паканский. Прямоугольник – район исследований.

бортах ручьев и вдоль водораздельных гривок, а также в искусственных обнажениях вблизи западного портала тоннеля.

#### КРАТКИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ОЧЕРК

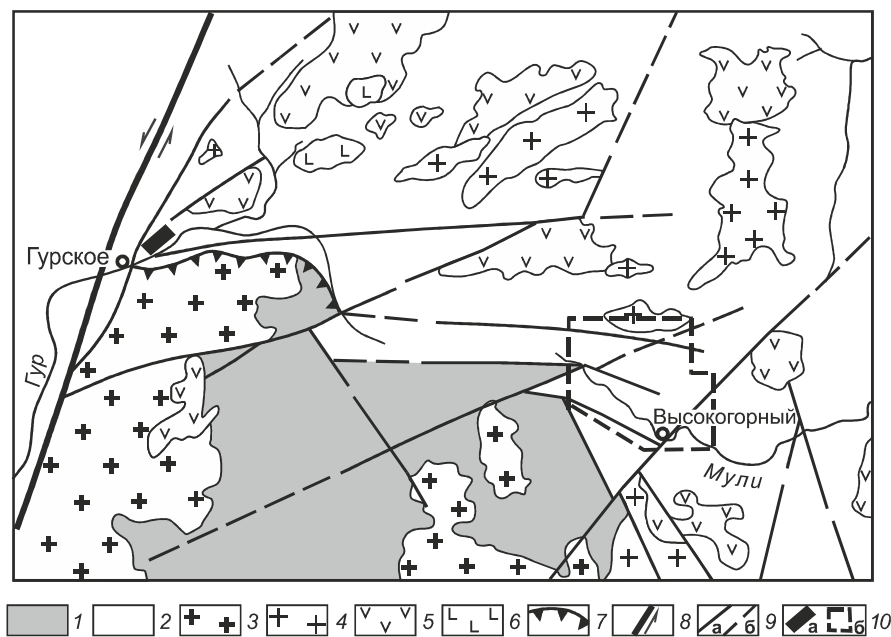
Исследования проводились на двух разобренных участках (рис. 1, 2): на площади Кузнецовского пере-

вала и у с. Гурское. Поскольку на эту обширную территорию не существует современных геологических карт, мы используем региональную геодинамическую модель А.И. Ханчука, В.В. Голозубова и др. [3, 20]. В соответствии с ней, установленные в районе юрские-раннеберриасские образования Самаркинского террейна по Гурскому широтному надвигу (правобережье р. Гур, район устьев ручьев Уктур и Ниж. Удоми) надвинуты на апт-альбские слоистые терригенные осадки (уктурская, ларгасинская и удоминская свиты) (рис. 1, 2). Согласно [20], апт-альбские отложения отнесены к Кемскому террейну. Западнее Гурский надвиг срезается Центральным Сихотэ-Алинским разломом, восточнее – «затушевывается» наложенными кайнозойскими дизъюнктивами (рис. 2). В зоне апт-альбских отложений, примыкающих к Самаркиному террейну, отмечается устойчивое падение слоев на юг, юго-запад под углами 20°–60°. Непосредственно вблизи Гурского надвига породы рассланцованы. В юрских-раннеберриасских отложениях Самаркинского террейна вблизи надвига слои также погружаются на юг, юго-запад, а рядом с ним породы также рассланцованы. Здесь юрско-раннеберриасские отложения прорваны гранитами хунгарийского комплекса альбского возраста. Граниты вблизи Гурского надвига также интенсивно рассланцованы и милонитизированы.

В районе Кузнецовского перевала (бассейны верхних течений рек Верх. Удоми и Мули) кроме апт-альбских терригенных образований распространены берриас-валанжинские отложения Журавлевского террейна (рис. 3). Они представлены алевролитами и пачками турбидитов с фауной валанжинских бухий. Раннемеловые осадочные отложения Кемского и Журавлевского террейнов прорваны и перекрыты позднемеловыми и раннепалеогеновыми магматитами Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса (гранитоиды, вулканиты разного состава) (рис. 2, 3). В бассейне верхнего течения р. Мули, в районе Кузнецовского перевала, в терригенных образованиях раннего мела выявлены зоны рассланцевания и будинажа. Их простирание преимущественно согласуется с простиранием слоистости (320°–350°) [20]. Изученные здесь разрывные нарушения имеют в основном северо-запад-западные и широтные простирания.

#### МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ РЕКОНСТРУКЦИЙ ПОЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЙ

Методика реконструкций полей напряжений хорошо известна – тектонофизический анализ основан на заимствованных из механики взаимоотношениях между тектоническими напряжениями, разрывами и направлениями перемещений по ним [5 и др.]. В его основу положено представление о том, что средняя



**Рис. 2.** Схема геологического строения северного замыкания Самаркинского террейна, по [2] с дополнениями и изменениями.

1 – средне-позднеюрские микститы с алевролитовым матриксом, глыбами и пластинами песчаников и кремней, реже базальтов (Самаркинский террейн); 2 – раннемеловые терригенные, реже вулканогенные породы Кемского и Журавлевского террейнов; 3 – граниты альбского хунгарийского комплекса; 4–5 – позднемеловые и раннепалеогеновые магматиты Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса: 4 – гранитоиды, 5 – вулканы разного состава; 6 – неоген -четвертичные базальтоиды; 7 – Гурский надвиг; 8 – Центральный Сихотэ-Алинский сдвиг; 9 – прочие разломы: а) установленные, б) предполагаемые; 10 – пункт (а) и район (б) исследования.

ось главных нормальных напряжений  $\sigma_2$  совпадает с линией пересечения сопряженных сколов; ось минимальных главных нормальных напряжений  $\sigma_3$  является биссектрисой угла, образованного сходящимися векторами смещений по ним, а ось максимальных главных нормальных напряжений  $\sigma_1$  – биссектрисой угла между расходящимися векторами смещений при  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$ ; с плоскостью  $\sigma_2 \sigma_3$  совпадают плоскости трещин отрыва.

Существуют различные тектонофизические методы восстановления полей напряжения. Для оценки напряженного состояния земной коры прошлого и настоящего в полевых условиях наиболее приемлемыми являются геолого-структурные методы. Они базируются на изучении деформационных структур (складок, будинажа, трещин и т.д.). Методические приемы по реконструкции поля напряжения разработаны М.В. Гзовским [5], О.И. Гущенко [6, 7], П.Н. Николаевым [11], В.Д. Парфеновым [12], С.И. Шерманом [21], Л.М. Расцветаевым [15, 16] и другими. Нами для восстановления локальных полей напряжений использовались ориентировки тектонических зеркал и штрихов скольжения с определенной кинематикой смещений [12].

В ходе исследований составлено 17 частных стереограмм, характеризующих локальный уровень полей напряжений, в том числе, в районе Кузнецовского перевала – 14, у села Гурское – 3. Эти частные стереограммы складывались из суммы конкретных реконструкций осей квазиглавных напряжений ( $\sigma_1^1$ ,  $\sigma_2^1$ ,  $\sigma_3^1$ ), их количество варьировало от 1 до 8. Реконструированные поля напряжения по ориентировкам

осей квазиглавных нормальных напряжений разделяются на группы в соответствии с типами [22]. Для групп полей напряжения составлены сводные стереограммы.

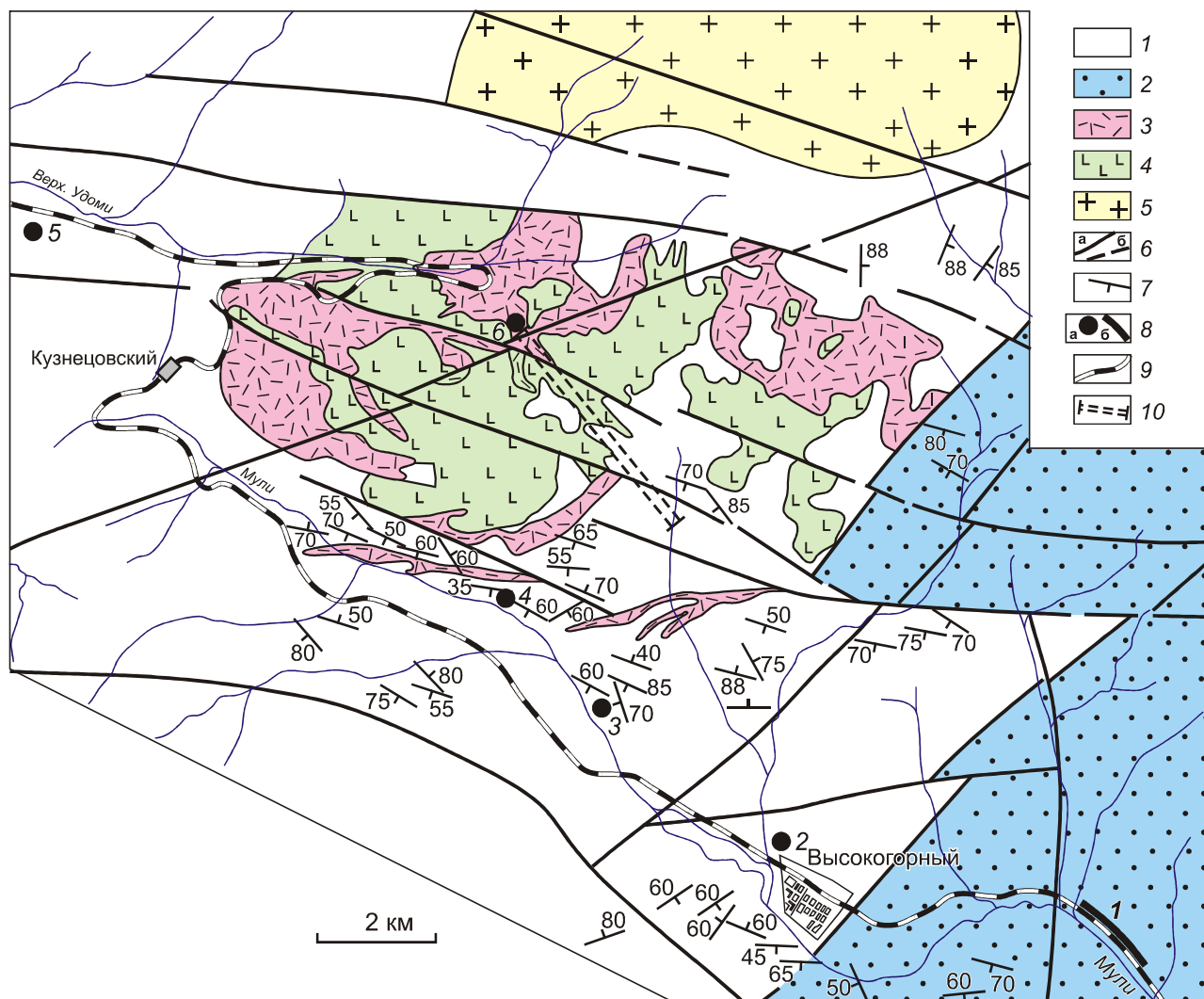
На основе частных реконструкций полей напряжений в отдельных точках для отдельных групп был проведен анализ полей напряжений и построены схемы ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений для всего района Кузнецовского перевала, а также для всей рассматриваемой площади Северного Сихотэ-Алия.

Восстановленные поля напряжения в районе Кузнецовского перевала укладываются в четыре группы (рис. 4). Группы А и Б отвечают полям сдвигового типа, для которых свойственно субгоризонтальное положение осей сжатия и растяжения. Локальные поля напряжения группы В, согласно крутому положению осей растяжения, соответствуют взбросу, а группы Г – из-за крутой ориентировки осей сжатия – сбросу.

Поля напряжения у села Гурское четко разделяются на три группы (рис. 5). Первая группа отвечает сдвиговому типу, вторая – взбросовому, а третья – сбросовому.

Учитывая материалы наших более ранних исследований [9, 10], а также других исследователей в других районах [4, 13, 14], можно полагать, что реконструированные группы полей напряжений являются разновозрастными и выстраиваются в определенную последовательность.

В районе Кузнецовского перевала, согласно сводной диаграмме, поля напряжения группы А характе-

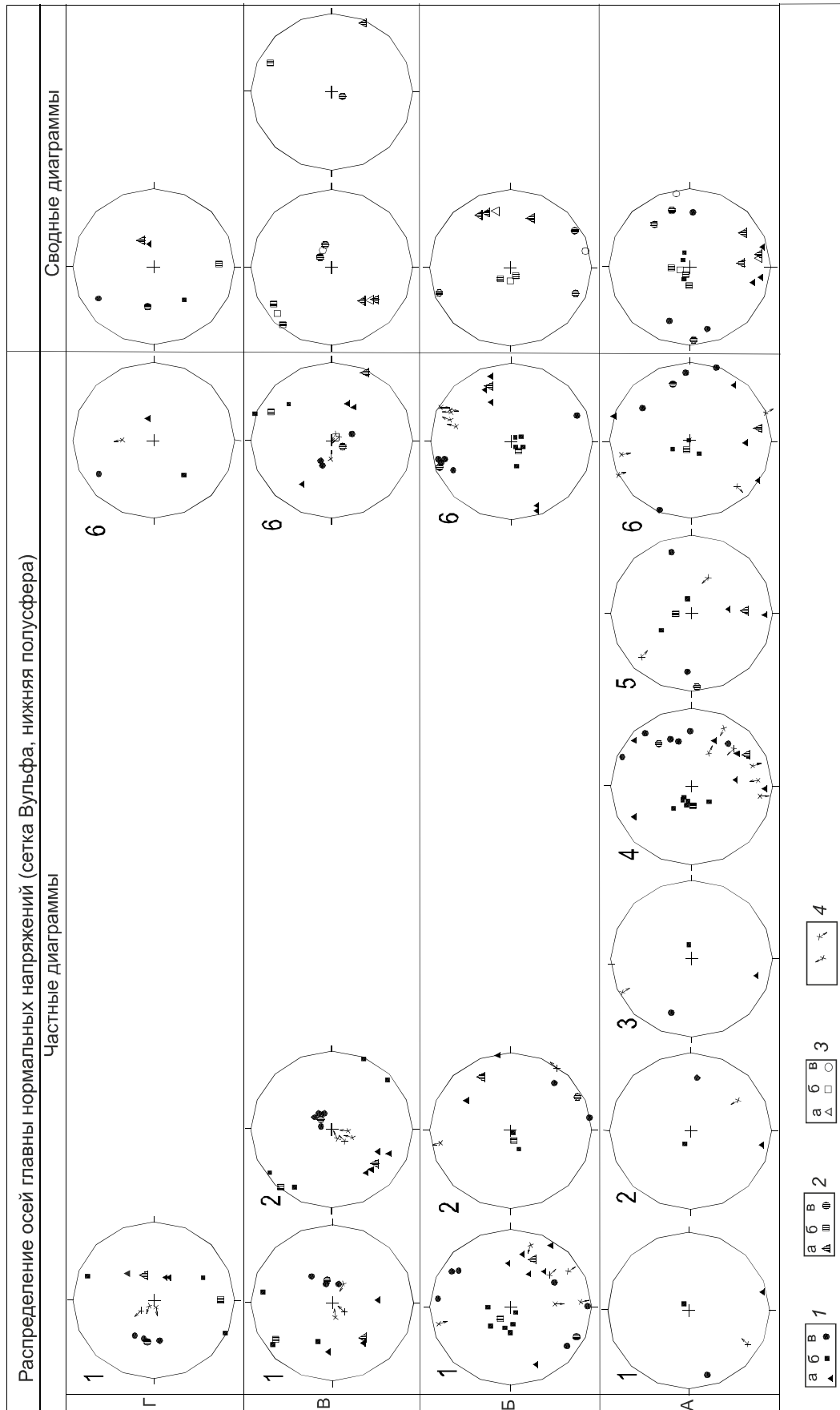


**Рис. 3.** Схематическая геологическая карта бассейнов верхних течений рек Верх. Удоми и Мули (Шевченко Б.В. и др., 1973 г., с дополнениями).

1 – берриас-валанжинские отложения комсомольской серии Журавлевского террейна (алевролиты, песчаники, флиш); 2 – аптальбские образования уктурской, ларгасинской и удоминской свит (терригенные, реже вулканогенные породы Кемского террейна); 3–5 – поздне меловые магматиты Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса: 3 – риолиты, их туфы, лавовые и туфовые брекчии, 4 – базальты, 5 – гранодиориты, кварцевые диориты; 6 – разрывные нарушения: а) установленные, б) предполагаемые; 7 – ориентировка слоистости; 8 – точки (а) и участки (б) реконструкций локальных полей напряжений и их номера; 9 – действующая железная дорога; 10 – новый железнодорожный тоннель.

ризуют региональное поле напряжения с пологопогружающимися осями: сжатие – на юго-восток-юг и растяжение – на северо-восток-восток (рис. 4). На схеме ориентаций траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений (рис. 6 А) для южной части района получены ненадежные ориентировки, поскольку они были отстроены по частным реконструкциям. Таким образом, ориентацию траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений можно считать соответствующей сводной диаграмме, то есть, ось сжатия ориентирована в юго-запад-южном, а растяжения – в северо-восток-восточном направлениях.

Общему полю напряжения группы **Б** также сдвигового типа соответствует северо-восток-восточное погружение оси сжатия и юго-восток-южное – оси растяжения (рис. 4). На схеме ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений (рис. 6 Б) в юго-восточной части района среднестатистические траектории осей сжатия варьируют от северо-восточного до северо-западного, а осей растяжения от северо-западного до северо-восточного направлений. В центральной части района среднестатистические траектории осей сжатия ориентированы в северо-восточном, а осей растяжения в северо-западном направлениях.



**Рис. 4.** Диаграммы ориентировок осей нормальных напряжений (проекции на нижнюю полусферу) района Кузнецовского перевала (бассейны верхних течений рек Верх. Удони и Мули).

1-3 – ориентировки нормальных осей напряжений (а – сжатия, б – промежуточной, в – растяжения); 1 – квазиглавных осей ( $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ ), 2 – главных (среднестатистических) осей, 3 – среднестатистических положений осей на сводных диаграммах среднестатистических осей частных диаграмм; 4 – ориентировки тектонических штрихов скольжений и направление (стрелочка) смещений висячего крыла свола.

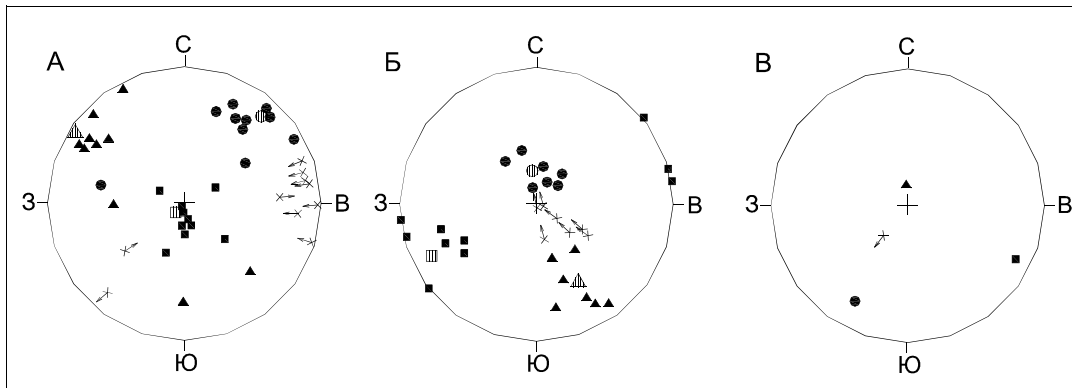


Рис. 5. Диаграммы ориентировок осей тектонических напряжений у с. Гурское. (Проекция на нижнюю полусферу). Условные обозначения приведены на рис. 3.

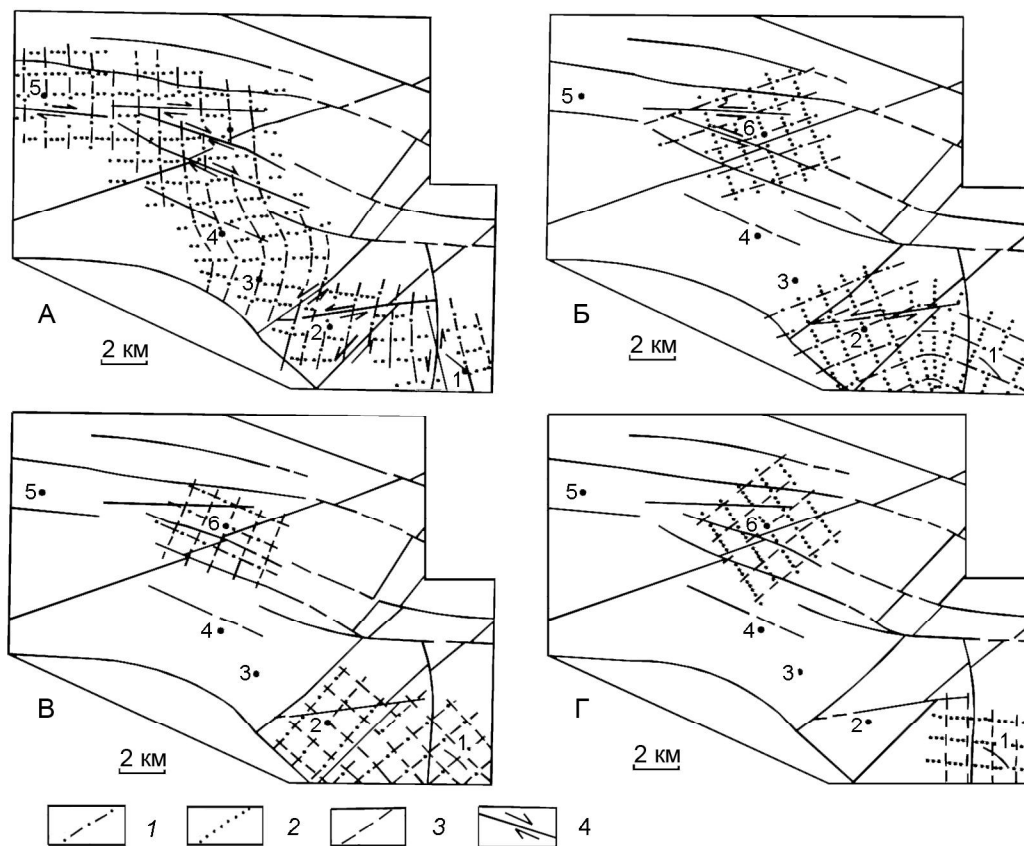


Рис. 6. Схемы ориентаций траекторий осей тектонических напряжений разных типов (А, Б, В, Г) бассейнов верхних течений рек Верх. Удоми и Мули.

1–3 – ориентация траекторий субгоризонтальных осей главных нормальных напряжений: 1 – сжатия ( $\sigma_3$ ), 2 – растяжения ( $\sigma_1$ ), 3 – промежуточной ( $\sigma_2$ ); 4 – разрывные нарушения с указанием направления смещения блоков. Остальные условные обозначения показаны на рис. 2.

Сводное поле напряжения группы **В** взбросового типа четко разделяется на два вида (рис. 4). На юго-востоке района (пункты 1 и 2, рис. 4, 6) среднестатистические пологие оси данного поля напряжения характеризуются следующими направлениями погружения: ось сжатия – в юго-западном, а проме-

жуточная – в северо-западном направлениях. В центральной части площади, в верховье руч. Верх. Удоми (пункт 6, рис. 4), среднестатистические пологие оси поля погружаются в других направлениях: ось сжатия – в юго-восточном, а промежуточная ось – в северо-восточном. Ориентации траекторий (рис. 6 В) согла-

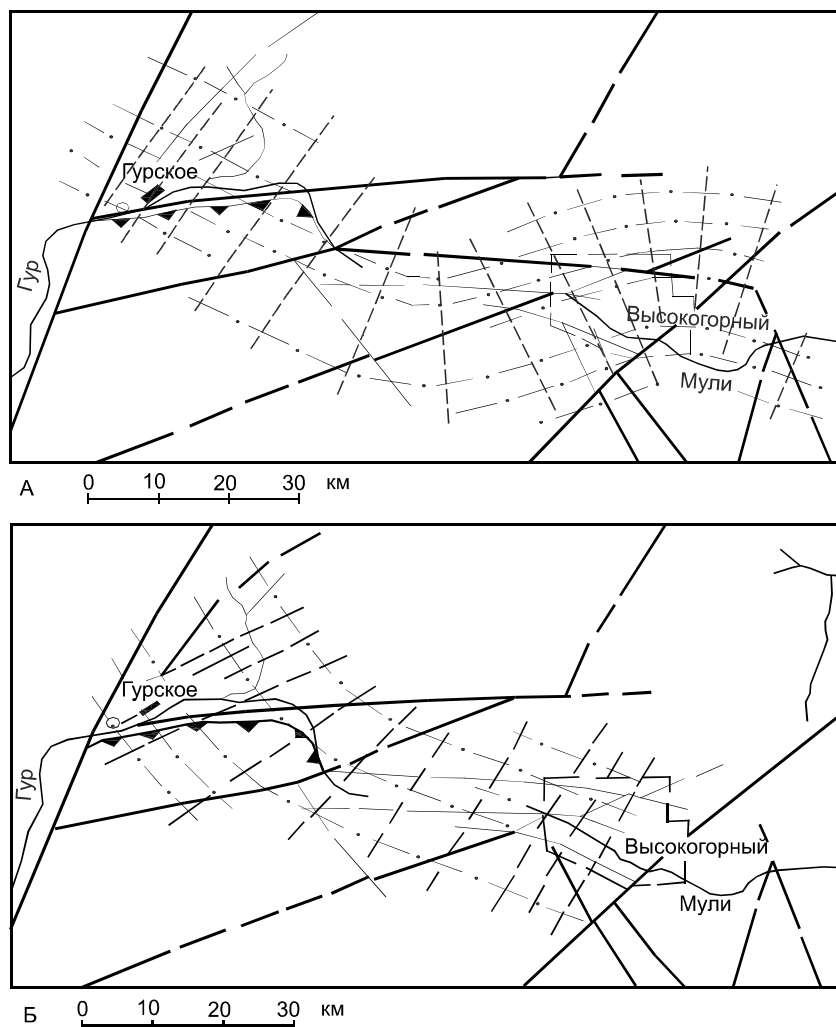
суются с ориентировками осей нормальных напряжений сводных диаграмм.

Для общего поля напряжения группы Г (рис. 4) сбросового типа характерно западное погружение среднестатистической оси растяжения и южное – более пологой промежуточной среднестатистической оси. На схеме ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений (рис. 6 Г) для юго-восточной части рассматриваемого района среднестатистические траектории осей ориентированы следующим образом: оси растяжения широтно, а промежуточной – меридианально. В центральной части района, траектории осей ориентированы несколько иначе: оси растяжения в северо-западном, промежуточной – в северо-восточном направлениях.

У села Гурское пологие среднестатистические оси общего поля напряжения сдвигового типа характеризуются следующими ориентировками погружений: ось сжатия – северо-западным, ось растяжения – северо-восточным направлениями (рис. 5). Данное поле напряжения приближается к среднеста-

тистическому полю группы Б района Кузнецовского перевала (рис. 4). Другое сводное поле напряжения, реконструированное у с. Гурское, имеет взбросовый тип (рис. 5 Б) и соответствует сводному взбросовому полю группы В района Кузнецовского перевала (рис. 4), наложенному на сдвиговое поле группы Б. Среднестатистические пологие оси поля напряжения имеют следующие погружения: ось сжатия – на юго-восток, промежуточная ось – на юго-запад (рис. 5 Б). Кроме этого, одно зеркало скольжения с крутыми тектоническими штрихами у с. Гурское свидетельствует еще и о сбросе поле напряжения (рис. 5 В). Ось растяжения здесь полого падает на юго-запад, промежуточная ось – на юго-восток.

Кроме вышеизложенного, на основе реконструированных сдвиговых полей напряжений группы Б района Кузнецовского перевала, (рис. 4, 6 Б) и сдвигового поля у с. Гурское, (рис. 5 А), а также на основе восстановленных взбросовых полей напряжения этих же районов построены схемы ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических осей напряжений



**Рис. 7.** Схемы ориентации статистических субгоризонтальных тектонических осей напряжений типов А и Б северного замыкания Самаркинского террейна. Условные обозначения приведены на рис. 1 и 4.

всего рассматриваемого района Северного Сихотэ-Алиня (рис. 7). Поле напряжения сдвигового типа (рис. 7 А; группы **Б**) характеризуется субширотной траекторией оси сжатия и субмеридиональной – оси растяжения (положение траекторий осей сжатия варьирует от северо-западного до северо-восточного; осей растяжения – от северо-восточного до северо-западного). Другая региональная схема (рис. 7 Б), отражающая наложенное взбросовое поле напряжения, демонстрирует северо-западную ориентировку траекторий осей сжатия, причем в районе с. Гурское ось сжатия направлена по азимуту  $330^\circ$ . Северо-восточная ориентировка траекторий промежуточной оси также непостоянна, меняется от  $60^\circ$  у с. Гурское до  $25^\circ$  в районе Кузнецовского перевала.

#### СОПОСТАВЛЕНИЕ СО СМЕЖНЫМИ РАЙОНАМИ

По аналогии с полем напряжения, восстановленным в районе с. Киселевка Нижнего Приамурья [9], мы полагаем, что в рассматриваемом районе наиболее ранним полем является поле сдвигового типа группы **А**, реконструированное в районе Кузнецовского перевала. В районе с. Киселевка в юрско-меловых кремнистых отложениях Киселевского террейна (рис. 1) фиксировались зеркала скольжения с пересекающимися тектоническими штрихами, которые послужили основой для восстановления Кузнецовского перевала подобных полей напряжения группы **А** и **Б**. Более поздние тектонические штрихи у с. Киселевка, образовавшиеся в условиях локальных полей напряжения группы **Б**, также сдвигового типа, имеют отчетливо наложенный характер. Последние, в свою очередь, секутся крутыми тектоническими штрихами, позволившими реконструировать поля напряжения взбросового типа группы **В**. Так, в верховье руч. Верх. Удоми (район западного портала тоннеля) в позднемеловых вулканитах крутые штрихи на зеркалах скольжения отчетливо секут пологие тектонические штрихи предшествующего поля напряжения сдвигового типа группы **Б**. Что касается общего поля напряжения сбросового типа группы **Г**, у нас нет прямых данных об их месте в геодинамической истории района. Мы полагаем, что оно, очень условно, имеет самый молодой в районе возраст и наложено на поле взбросового типа.

Оценка возраста деформаций всегда представляет собой большую проблему. К югу от рассматриваемой территории, в Бута-Коппинском районе (бассейны верхних течений ручьев Салали и Силанку, левобережных притоков р. Коппи), трещины, используемые для реконструкции полей напряжений сдвигового типа (соответствующие полям напряжения группы **А** района Кузнецовского перевала, первого этапа деформаций), фиксировались в кампан-маастрихтских

вулканитах самаргинской свиты [10], поэтому возраст рассматриваемых дислокаций, соответственно, считается постмаастрихтским. Более точно нижняя возрастная граница отмеченных деформаций – эоцен – определена там же. В бассейне среднего течения р. Коппи она оценивается следующим образом. После завершения в палеоцене вулканизма (формирование дацит-риолитовой формации) и синхронного интрузивного магматизма (июлийский комплекс) устанавливается режим геологического «спокойствия» [10]. С возобновлением в эоцене вулканизма андезит-андезиобазальтовой формации и интрузивного магматизма габбро-монцодиорит-гранодиоритовой формации (прибрежный комплекс) связывается формирование в нижнемеловых отложениях зеркал и штрихов скольжения, послуживших основой для реконструкции там наиболее ранних полей напряжения сдвигового типа, группы **А**.

Нижний возрастной предел изученных дислокаций на Нижнем Амуре, в районе с. Киселевка, охарактеризованных также полями напряжений, определялся возрастом кварцевых прожилков, сдвиговые эшелонны которых использовались для реконструкции локальных полей напряжений группы **А** первой стадии дислокаций [9]. Он там достаточно условно определен как палеоцен–эоцен, то есть близок к оценке нижней возрастной границы в Бута-Коппинском районе.

Для оценки нижней возрастной границы восстановленных полей напряжений целесообразно привлечь материалы В.В. Голозубова и др. по изучению кайнозойской Нижнебикинской впадины [4] северного Приморья, выполненной эоцен-нижеолигоценовыми континентальными угленосными отложениями. Реконструированные нами поля напряжения группы **Б** с северо-восток-восточным сжатием (рис. 4) близки к предполагаемому там эоценовому сжатию, ориентированному в северо-восточном направлении ( $60^\circ$ ).

Таким образом, для рассматриваемой территории нижний предел деформаций принимаем как палеоцен–эоцен.

Данных о верхней возрастной границе изученных дислокаций на рассматриваемой территории также не получено. Обращаясь к Бута-Коппинскому району, отметим, что возраст реконструированных синхронных полей напряжений взбросового и сбросового типов, завершающих этап изученных дислокаций, оценен там как поздний олигоцен [10]. Тем не менее, подвижки, правда не охарактеризованные полями напряжения, продолжались и в миоцен-четвертичное время. На Нижнем Амуре, в районе с. Киселевка, верхняя возрастная граница подобных дислокаций принята как голоцен, так как в обстановке сбросовых деформаций заключительного этапа (поля напряже-



ния группы Г) формировались заливы Известковый, Медвежий, Ситога (район с. Киселевка), а также впадина оз. Удыль [9]. Однако многочисленные опубликованные данные о механизмах очагов землетрясений на границах и внутри Амурской плиты говорят о четвертичном возрасте поля напряжения с северо-восток-восточным сжатием сдвигового типа [13, 14]. Кроме этого, результаты инструментальных наблюдений за современным полем напряжений в горнорудных массивах рудников, действующих в Приамурье и Приморье [13,14], также свидетельствуют о сдвиговом режиме с северо-восток-восточным сжатием. Мы полагаем, что верхний возрастной рубеж изученных дислокаций района Кузнецовского перевала и с. Гурское сбросового поля напряжения (группы Г) не выходит за рамки плиоцена.

Таким образом, возраст изученных дислокаций на рассматриваемой территории, охарактеризованных полями напряжения, мы рассматриваем в широком возрастном диапазоне – от палеоцена–эоцена до плиоцена.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Группы реконструированных полей напряжений в районе Кузнецовского перевала и у с. Гурское, отвечающие определенным стадиям деформаций, по возрасту нами достаточно условно разделены следующим образом: поля напряжения группы А, первой стадии деформаций, отнесены к палеоцену–эоцену, группы Б, второй стадии – олигоцену–среднему миоцену, группы В и Г, третьей стадии – позднему миоцену–плиоцену.

В **палеоцен-эоценовую** (рис. 4, группа А; рис. 6 А) стадию в условиях субмеридионального сжатия и субширотного растяжения северо-запад-западные и широтные частные разрывы, преобладающие на водоразделе Верх. Удоми – Мули, имели правосдвиговый характер, а менее распространенным здесь северо-восточным нарушениям была свойственна левосдвиговая кинематика.

**Оligocen-среднемиоценовая стадия** (рис. 4, группа Б, рис. 6 Б) в районе Кузнецовского перевала и у пос. Высокогорный характеризовалась левосдвиговым смещением по северо-запад-западным и широтным частным нарушениям и правосдвиговым – по северо-восточным разрывам. У с. Гурское разрывным нарушениям северо-восток-восточного направления свойственна была правосдвиговая кинематика, а дизъюнктивам, приближающимся по простиранию к простиранию Центрального Сихотэ-Алинского разлома – левосдвиговое смещение.

Анализируя региональную схему ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических осей

напряжений всего рассматриваемого района Северного Сихотэ-Алиня (рис. 7 А) олигоцен-среднемиоценовой стадии, приведем следующие пояснения. Вообще, как известно, для правильной оценки кинематических характеристик разрывных нарушений на основе ориентировок главных нормальных осей напряжений важно соблюдать иерархическое соответствие порядков разломов и полей напряжения. То есть, разрывной структуре определенного порядка должно быть сопоставлено поле напряжения соответствующего иерархического уровня [11]. Иначе в оценке направлений смещений возможны серьезные ошибки. На нашей предварительной схеме к разломам наиболее низкого порядка отнесен только Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Остальные нарушения имеют, естественно, более высокие порядки, без их разделения. Траектории субгоризонтальных осей напряжений на схеме отражают некое примитивное региональное поле, поскольку построено было всего лишь на основе двух участков. В связи с этим, от оценки кинематических характеристик разрывных нарушений воздержимся.

**Поздний миоцен-плиоценовая стадия** деформаций характеризуется полями напряжения взбросового и сбросового типов [22], причем, как было отмечено выше, сбросовое поле напряжения принято нами как наиболее молодое, завершающее геодинамическую историю района.

В условиях взбросового поля разрывные нарушения приобретали взбросовые кинематические характеристики. При этом, в районе п. Высокогорный субмеридиональные взбросы имели еще и правосдвиговую, субширотные – левосдвиговую компоненты, а в районе западного портала тоннеля северо-западные и широтные нарушения имели еще и правосдвиговую составляющую (рис. 4, 6 В). В районе с. Гурское в обстановке указанного поля напряжения, кроме основных взбросовых перемещений, северо-восточные нарушения имели еще и левосдвиговую, а северо-восток-восточные – правосдвиговую компоненты. Сбросовое поле напряжения обуславливало сбросы со следующими составляющими: у восточной окраины п. Высокогорный – меридиональный разрыв с правосдвиговой, в районе западного портала Кузнецовского тоннеля – северо-запад-западные нарушения с левосдвиговой.

Поскольку, как отмечалось выше, согласно региональной схеме ориентации траекторий субгоризонтальных тектонических напряжений всего рассматриваемого района взбросового типа (рис. 7 Б), ось сжатия меняет простирание в западном направлении до  $330^\circ$  у с. Гурское, правосдвиговая составляющая у широтных разрывов в том же направлении уменьшается.

Итак, в геодинамической истории региона, в соответствии с реконструированными полями напряжений, менялись кинематические характеристики выявленных там разрывных нарушений. Они в какой-то мере и определили современный облик структурного рисунка северного замыкания Самаркинского террейна.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО (12-1-0-ОНЗ-07).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / Под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. Кн. 1. С. 1–572.
2. Геологическая карта Приамурья и сопредельных территорий. 1: 2 500 000. СПб.: ВСЕГЕИ, 1996.
3. Голозубов В.В. Тектоника юрских и нижнемеловых комплексов северо-западного обрамления Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2006. 239 с.
4. Голозубов В.В., Донг У Ли, Касаткин С.А., Павлюткин Б.И. Тектоника кайнозойской Нижнебикинской угленосной впадины (северное Приморье) // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28, № 3. С. 74–89.
5. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. М.: Наука, 1975. 536 с.
6. Гущенко О.И. Кинематический принцип реконструкции направлений главных напряжений // Докл. АН СССР. 1975. Т. 225, № 3. С. 557–560.
7. Гущенко О.И. Метод кинематического анализа структур разрушения при реконструкции полей тектонических напряжений // Поля напряжений и деформаций в литосфере. М., 1979. С. 7–25.
8. Иванов Б.А. Центральный Сихотэ-Алинский разлом. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1972. 114 с.
9. Кудымов А.В. Кайнозойские поля напряжения в зоне Киселевского разлома Нижнего Приамурья // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29, № 6. С. 49–56.
10. Кудымов А.В. Структурообразование в зоне северо-восточного фрагмента Колумбинского разлома (Северный Сихотэ-Алинь) // Тихоокеан. геология. 2013. Т. 32, № 4. С. 68–79.
11. Николаев П.Н. Методика тектонодинамического анализа. М.: Недра, 1992. 295 с.
12. Парфенов В.Д. К методике тектонофизического анализа геологических структур // Геотектоника. 1984. № 1. С. 60–72.
13. Пересторонин А.Н., Развозжаева Е.П. Система кайнозойских депрессий Приамурья и Приморья: строение, тектоническая позиция и геодинамическая интерпретация // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30, № 2. С. 58–74.
14. Рассказов И.Ю. Численное моделирование современно-го поля тектонических напряжений в области сочленения Центрально-Азиатского и Тихоокеанского поясов // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 5. С. 104–114.
15. Расцветаев Л.М. Структурные рисунки трещиноватости и их геомеханическая интерпретация // Докл. АН СССР, 1982. Т. 267, № 4. С. 904–908.
16. Расцветаев Л.М. Парагенетический метод структурного анализа дизъюнктивных тектонических напряжений // Проблемы структурной геологии и физики тектонических процессов. Ч. 2. М., 1987.
17. Уткин В. П. Сдвиговые дислокации и методика их изучения. М.: Наука, 1980. 144 с.
18. Уткин В.П. Сдвиговые дислокации, магматизм и рудообразование. М.: Наука, 1989. 164 с.
19. Фомин А.Н., Костырева Е.А., Мелентьевский В.Н., Кириллова Г.Л., Злобин Г.А. Позднеюрско-раннемеловой терригенный комплекс Северного Сихотэ-Алиня: состав, структура, геохимия органического вещества // Геология нефти и газа. 2013. № 2. С. 54–62.
20. Ханчук А.И., Голозубов В.В., Симаненко В.П., Малиновский А.И. Гигантские складки с крутопадающими шарнирами в структурах орогенных поясов (на примере Сихотэ-Алиня) // Докл. РАН. 2004. Т. 394, № 6. С. 791–795.
21. Шерман С.И. Поля напряжений земной коры и геолого-структурные методы их изучения. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. 158 с.
22. Anderson E.M. The dynamics of faulting. Edinburg: Oliver and Boyd. 1951. 206 p.

*Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой*

*A. V. Kudymov, P.A. Koltun, G.A. Zlobin*

#### **Structure forming processes in the north-eastern zone of the Kolumbinsky fault (the Northern Sikhote-Alin)**

The dominant sinistral strike-slip movement along the Kolumbinsky fault was recognized through the reconstruction of stress fields as well as using the method of belts in distributing orientations of slickensides and dyke-hosting faults. This movement was triggered by the regional-scale SES-NWN-oriented compression. Migmatites of the Eastern Sikhote-Alin volcano-plutonic belt are considered as formations synchronous with the regional displacement. In line with V.P. Utkin, they are inferred to be of rifting strike-slip and pull-apart nature. Based on the structural and tectonic position of volcanic rocks and accompanying intrusions as well as other general geological data, several stages of dislocation are recognized in the postaccretionary history of the Kolumbinsky fault and the area under consideration. At the end of these stages, the predominant strike-slip motion along the fault and feathering it displacements were replaced by synchronous transpressional and normal faulting.

**Key words:** stress fields, sinistral strike-slip movement, the Kolumbinsky fault, the Northern Sikhote-Alin, the Far East of Russia.