

ЭТАПЫ АКТИВАЦИИ И ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ДЕЛИМОСТЬ КУЗНЕЦКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА (Южная Сибирь)

И.С. Новиков, О.В. Черкас, Г.М. Мамедов, Ю.Г. Симонов*, Т.Ю. Симонова*, В.Г. Наставко**

*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, Новосибирск, просп. Академика Котляго, 3, Россия*

** Московский государственный университет, 119234, Москва, Ленинские горы, Россия*

*** Кузбассгипрошахт, 650610, Кемерово, ул. Островского, 34, Россия*

Выраженная в рельефе и строении кайнозойского покровного комплекса Кузбасса система разломов является преимущественно новообразованной. Совпадение позиции новейших разломов с положением палеозойских и мезозойских разрывных нарушений происходит только на границах с Кузнецким Алатау и Салаиром. С пограничными структурами связаны максимальные амплитуды вертикальных смещений за новейшее время (80—100 м, редко до 250 м на севере и до 600 м на юге). Новейшие разрывные нарушения обычно представляют собой зоны дробления шириной от 300 до 2000 м, освоенные элементами гидросети в ходе формирования системы эрозионных долин. За исключением пограничных неотектонических структур, смещения по большинству новейших разломов не превышают 5—10 м по вертикали (на границах между неотектоническими районами и подрайонами до 30—70 м). Достоверных данных о значительных горизонтальных смещениях нет, по аналогии с другими районами Алтае-Саянской горной области для конкретных структур их можно оценить в 300—700 м.

Рисунок системы новейших нарушений может быть интерпретирован как следствие раздавливания в условиях субмеридионального сжатия с незначительным правым сдвигом. Характер неотектонической активизации разных участков впадины неодинаков. Северный район Кузбасса испытал наименьшее поднятие, высотные отметки поздне меловой поверхности выравнивания в его пределах не превышают 300 м, в его Присалаирском подрайоне они составляют 230—250 м, что позволяет говорить о его незначительном погружении. Вертикальные смещения по новейшим разломам внутри района минимальны, наиболее активные движения сосредоточены на его границах. Центральный район незначительно приподнят относительно северного, высота поверхности выравнивания в его пределах около 300—380 м. Для него типичны дифференцированные движения по межблоковым границам с амплитудами до 60—70 м. Южный район подвергся максимальной активизации. Высоты поздне мелового пенепплена в его пределах от 400 до 600 м. Для южного района характерны значительные вертикальные межблоковые смещения, выраженные в виде прямолинейных тектоногенных уступов и долин. Северный и центральный районы образуют современную Кузнецкую межгорную котловину, южный — относится к периферическим частям горного обрамления Кузнецкой впадины.

Морфотектоника, неотектонические блоки, Кузбасс, Кузнецкая межгорная впадина.

ACTIVITY STAGES AND TECTONIC DIVISION IN THE KUZNETSK BASIN, SOUTHERN SIBERIA

**I.S. Novikov, O.V. Cherkas, G.M. Mamedov, Yu.G. Simonov,
T.Yu. Simonova, and V.G. Nastavko**

The fault system reflected in the topography and structure of Cenozoic cover sediments in the Kuznetsk Basin is mostly recent. The positions of recent faults match those of Paleozoic and Mesozoic disjunctive dislocations only at the Kuznetsk Alatau and the Salair Range boundaries. These marginal features are associated with the greatest amplitudes of vertical movements in recent time: 80–100 m; less frequently, up to 250 m in the north and within 600 m in the south. The recent disjunctive dislocations are generally fractured zones from 300 to 2000 m in width, which were occupied by watercourses during the formation of the erosion valley system. Except for marginal recent tectonic bodies, vertical movements along the majority of recent faults do not exceed 5–10 m, reaching 30–70 m at the boundaries of recent tectonic regions and subregions. There is no reliable evidence of notable horizontal movements. For particular bodies, it is conjectured to be within 300–700 m by analogy with other regions of the Altai–Sayan folded area.

The recent fault pattern can be interpreted as a result of crushing by submeridional compression with a slight right slip. The types of recent tectonic activity are different in different areas of the depression. The smallest uplift is recorded in the north of the basin, where the elevations of the Late Cretaceous peneplain are within 300 m, being within 230–250 m in the near-Salair subregion. This points to an insignificant downwarping in this area. Vertical movements along recent faults within the region are small, and the most intense movements are at its boundary. The central region is slightly elevated with reference to the northern one, and the elevation of its

planation surface is within 300–380 m. It is characterized by differentiated movements along block boundaries with amplitudes reaching 60–70 m. The maximum activity occurred in the southern region. The elevations of its Late Cretaceous peneplain vary from 400 to 600 m. This region is characterized by notable vertical movements along block boundaries in the form of straight tectonic scarps and valleys. The northern and central regions constitute the present-day Kuznetsk intermontane depression, whereas the southern region belongs to the periphery of the mountainous framing of the Kuznetsk Depression.

Morphotectonics, recent tectonic blocks, Kuznetsk Basin, Kuznetsk Depression

ВВЕДЕНИЕ

Кузнецкий каменноугольный бассейн (Кузбасс) расположен на юге Западной Сибири в северо-западной части Алтае-Саянской горной области. В геологическом отношении он представляет собой прогиб, выполненный угленосной молассой позднекарбонового и пермского времени. На позднепалеозойский прогиб несогласно наложены разобщенные мезозойские впадины меньшего размера, выполненные триасовыми вулканогенно-осадочными породами (по последним данным — позднепермско-триасовыми [Буслов и др., 2010; Наставко и др., 2012] и юрской угленосной молассой. В плане прогиб имеет форму прямоугольника с вогнутыми сторонами, вытянутого в северо-западном направлении. Со всех сторон прогиб ограничен выступами складчатого основания, представленного позднепротерозойскими, ранне- и среднепалеозойскими породами Кузнецкого Алатау, Горной Шории, Салаира и Колывань-Томской зоны [Геология..., 1940, 1948].

После формирования пермских угленосных отложений прогиба район трижды подвергался тектонической активизации. На рубежах перми и триаса, а также юры и мела Кузнецкий прогиб подвергся сильному горизонтальному сжатию по осям северо-западного и северо-восточного простирания [Боголепов, 1967]. В результате северо-западная и юго-западная периферии прогиба были собраны в системы складок, осложненных взбросами и надвигами [Угольная база..., 2003]. На фоне слабых тектонических движений в позднем мелу—раннем—среднем палеогене [Файнер, 1969] в пределах Кузнецкого прогиба и его обрамления выработалась выровненная поверхность, состоящая из четырех уровней планации, различающихся по характеру коры выветривания и перекрывающих отложений [Даргевич, Лоскутов, 2000; Калинин и др., 2006]. Появившаяся в олигоцене и резко усилившаяся в четвертичное время неотектоническая активизация привела к формированию в пределах рассматриваемой территории системы неотектонических блоков, разделенных зонами дробления, освоенных реками в ходе начавшегося врезания. В современном рельефе зоны новейших разрывных нарушений выражены прямолинейными участками долин постоянных и временных водотоков и протяженными прямолинейными уступами водораздельных поверхностей. В результате неотектонических движений на месте Кузнецкого прогиба сформировалась пространственно к нему тяготеющая, но не повторяющая контуры прогиба, Кузнецкая котловина, обрамленная с юга, запада и востока новейшими горными сооружениями, возникшими на месте поверхности выравнивания, выработанной в складчатых структурах Салаира, Кузнецкого Алатау и Горной Шории (рис. 1).

Кузнецкая котловина и прилегающие к ней территории представляют собой один из наиболее населенных и индустриально развитых районов Сибири. Это главный центр угледобычи и черной металлургии России к востоку от Урала. Несмотря на удаленность от главных сейсмогенерирующих зон Алтае-Саянской области, она имеет необычно высокую сейсмичность. Только за последние 100 лет здесь произошли три землетрясения, поверхностные эффекты которых соответствуют 6—7 баллам по шкале MSK-64 [Лаврентьев, 1971; Жалковский, Мучная, 1975]. Земная кора в пределах впадины находится в напряженном состоянии, что проявляется в частых авариях при проходке подземных горных выработок и возникновении локальных сейсмических активизаций в районах их проведения, сопровождаемых разрывами поверхности [Еманов и др., 2009; Овсяченко и др., 2010]. Анализ сейсмичности региона показывает, что в результате техногенного воздействия происходит разрядка напряженного состояния в виде серий мелких сейсмических событий [Брыксин, Селезнев, 2012].

По ряду причин до настоящего времени система новейших разломов Кузбасса остается неизученной. Актуальными задачами неотектонических исследований являются: составление карты неотектонических блоков Кузбасса с детальностью, соответствующей м-бу 1:500 000; анализ пространственных характеристик неотектонических блоков; определение связи границ новейших блоков с разломами докайнозойского возраста и проведение первичной кинематической интерпретации основных групп межблоковых границ. Решение перечисленных задач создает основу для адекватной оценки сейсмической опасности Кузнецкой впадины и постановки работ на выявление районов, наиболее активных на неотектоническом этапе, что является необходимым условием проведения комплекса мероприятий по снижению аварийности при подземной угледобыче.

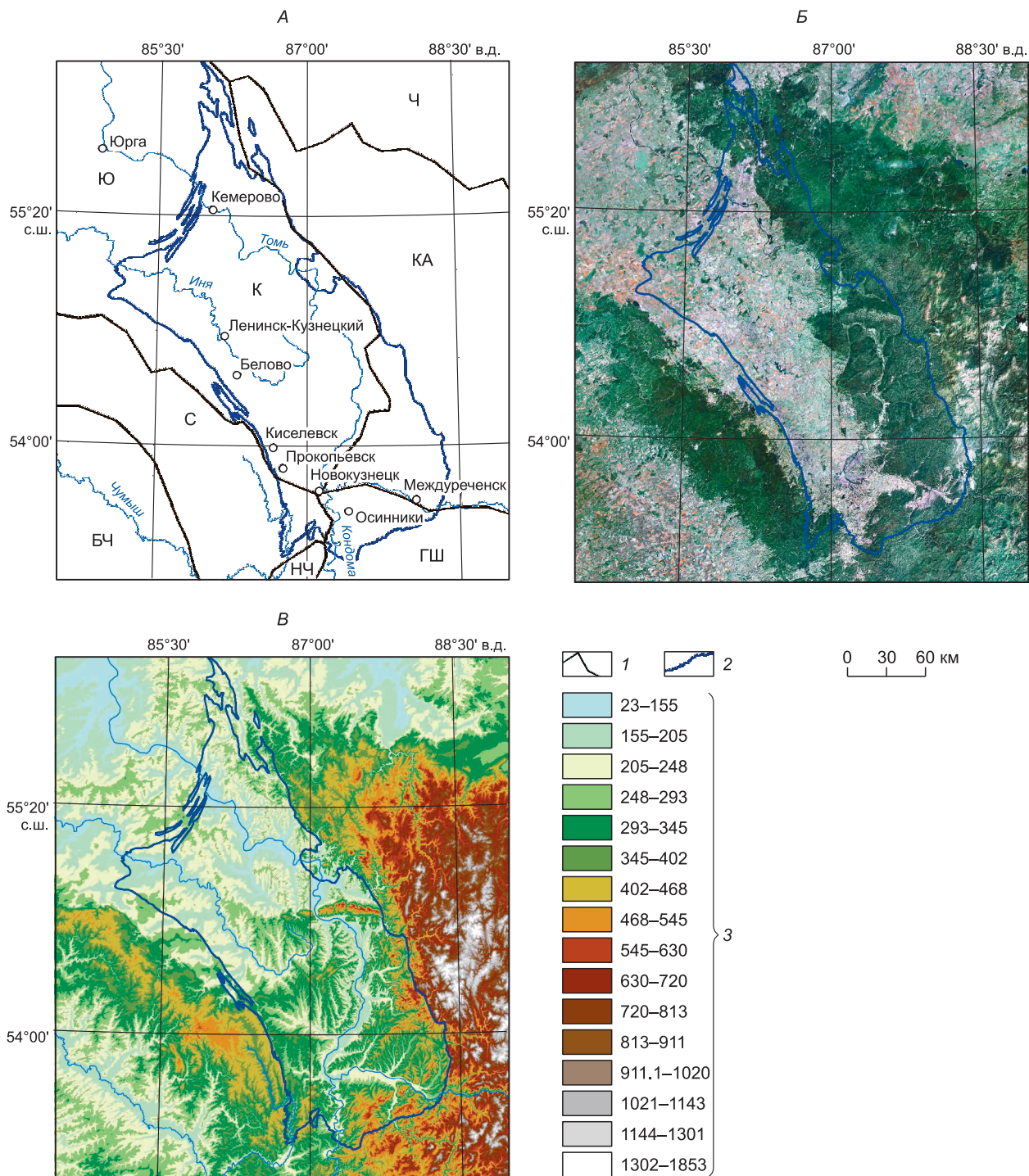


Рис. 1. Схема положения Кузбасса в орографической структуре региона (А), ее отображение на космоснимке LANDSAT (Б) и цифровой модели рельефа (В).

Равнины: Ч — Чулымская; котловины: К — Кузнецкая, НЧ — Неня-Чумышская; возвышенности: Ю — Юргинская, БЧ — Бийско-Чумышская; горные сооружения: С — Салаир, ГШ — Горная Шория, КА — Кузнецкий Алатау. 1 — границы между орографическими элементами, 2 — границы Кузнецкого каменноугольного бассейна, 3 — гипсометрические отметки (м).

В статье представлены результаты неотектонического анализа территории Кузнецкой впадины и прилегающих к ней частей горного обрамления. В ней приводится первая для данного региона детализированная схема новейших разрывных нарушений, созданная по хорошо апробированной методике на основе ГИС-технологий с привлечением широкого спектра данных. Приводятся также результаты анализа пространственного соотношения новейших разрывных нарушений с системой разломов, сформировавшихся в позднепалеозой-мезозойское время, рассматриваются пассивные структуры, образованные препарировкой устойчивых к денудации геологических тел, проводится районирование территории по степени интенсивности неотектонических движений.

ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

В геологическом отношении Кузнецкая котловина изучена исключительно односторонне. В части геологии и тектоники докайнозойских образований это наиболее изученная территория Сибири, практически полностью покрытая к 1980-м годам геологической съемкой м-ба 1:25 000, сопровождавшейся большим объемом буровых работ. Опубликовано развернутое обобщение результатов этих исследований [Угольная база..., 2003]. Но в части геоморфологии, неотектоники и геологии кайнозоя Кузнецкая котловина остается слабоизученной. Это связано с тем, что в ходе геологических исследований все внимание было сосредоточено на изучении угленосных толщ; чехол кайнозойских пород большинством исследователей воспринимался исключительно как препятствие для проведения работ. Из этого правила были редкие исключения. Б.К. Поленов [1907] первым решил ряд геоморфологических вопросов, показав, в частности, что резко выделяющиеся хребты на востоке центральной части Кузнецкой котловины связаны с препарировкой базальтовых тел. Он первым связал происхождение рельефа Тайбинских гор в присалаирской части котловины с развитием там устойчивых к денудации пирометаморфических пород. В.И. Яворский и П.И. Бутов [1927], рассматривая вопросы рельефообразования в Тайбинских горах, пришли к выводу о раннечетвертичном возрасте грандиозных каменноугольных пожаров, сформировавших протяженные тела обожженных пород, препарировка которых в ходе снижения поверхности территории привела к образованию характерного грядового рельефа. Среди глав по геоморфологии и истории развития рельефа Кузнецкой котловины в многочисленных монографиях по геологии Кузбасса особняком стоит замечательная работа Ю.Б. Файнера [1969]. За более чем 40 лет, прошедшие со времени ее публикации, она не только не утратила своего значения, но и приобрела дополнительную ценность, поскольку основана на систематизации работ предшественников, материалов геологической съемки, значительная часть которых так и не была напечатана, и в настоящее время труднодоступна. На основе анализа распространения кайнозойских отложений Кузбасса Ю.Б. Файнер первым высказал мнение о нарастании интенсивности неотектонических движений с севера на юг в пределах бассейна, подробно описал строение области новейшего прогибания, расположенной на границе с Салаиром, и реконструировал по литолого-стратиграфическим данным историю нарастания неотектонической активизации в регионе.

Большая часть Кузбасса покрыта сплошным чехлом неоген-четвертичных отложений мощностью от 5 до 80 м. В Присалаирском районе мощность покровных отложений составляет до 80 м, а в отдельных впадинах — более 100 м. Анализ пространственного распределения разновозрастных геологических тел неоген-четвертичной толщи мог бы многое дать для реконструкции неотектонических движений. Однако эта толща недостаточно изучена в плане площадного распространения и изменения мощностей стратиграфических подразделений, что не позволяет использовать стратиграфические данные для детальных неотектонических исследований [Зудин и др., 1982].

В немногочисленных работах, посвященных собственно неотектоническим структурам Кузнецкой котловины, совершенно верно отмечается наличие тектоногенных уступов на ее границах [Чернов, 1975; Грицюк, 1979, 1986]. Верны интерпретация этих уступов как взбросов, связанных с региональным сжатием территории, и выделение наиболее ярких внутренних неотектонических зон Кузбасса [Макеев, 1998, 2009]. Однако рассмотрение новейших нарушений в пределах собственно котловины как системы пересекающихся линеаментов [Грицюк, 1979, 1986; Макеев, 1998, 2009] или кольцевых структур [Полканов и др., 1980; Грицюк, Холявко, 2010] представляется нам необоснованным. Критерии выделения неотектонических элементов авторами упомянутых работ не поясняются. Более того, в качестве неотектонических структур они зачастую рассматривают мезозойские разрывные нарушения, принимая за основу своих построений идентичность мезозойского и кайнозойского структурных планов. Природа затруднений, испытываемых исследователями новейшей тектоники Кузнецкой котловины, понятна. Они связаны с относительно малыми величинами вертикальных смещений по неотектоническим межблоковым границам, наличием в рельефе котловины отпрепарированных геологических тел, системы разновысотных поверхностей выравнивания и неоднородного по толщине чехла покровных отложений. Превышение денудационных останцов над поверхностями выравнивания соизмеримо с разницей высот между разновозрастными их уровнями и разновысотными неотектоническими блоками, поэтому прос-

той анализ гипсометрии не позволяет выявить внутреннюю неотектоническую структуру котловины. Положение усугубляется наличием комплекса покровных отложений переменной мощности, маскирующей межблоковые границы.

Все эти трудности не относятся к числу непреодолимых и отступают при применении классических методов выявления блоковой делимости в сочетании с использованием ГИС-технологий, крупномасштабных цифровых космоснимков и детальных цифровых моделей рельефа.

МЕТОДИКА ВЫДЕЛЕНИЯ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ БЛОКОВ

При реконструкции неотектонической структуры Кузбасса встают те же проблемы, что и при аналогичных работах на любой платформенной территории: малые амплитуды смещений и отсутствие надежных реперных горизонтов. Классические методы, основанные на выявлении вертикальных деформаций единой доорогенной поверхности выравнивания, отлично работающие в пределах горных областей Центральной Азии [Новиков, 2004], здесь часто бессильны. Изменение базиса денудации в дочетвертичное время носило в пределах Кузбасса и его горного обрамления медленный и многоэтапный характер, вследствие чего на водоразделах успели выработаться лестницы разновозрастных поверхностей выравнивания. Высотная дифференциация рельефа невелика, и перед исследователем стоит нетривиальная задача в каждом конкретном случае определить, имеет ли он дело с разновысотными разновозрастными уровнями планации, отпрепарированной литологической границей или с разнесенными по новейшему разлому на разные высоты фрагментами единой в прошлом поверхности выравнивания.

Основным методом выявления новейшей блоковой делимости является морфоструктурный анализ. Его возникновение связано с началом активного развития структурной геоморфологии и морфотектоники. Первоначально к морфоструктурам были отнесены крупные формы земной поверхности, развивающиеся в результате исторического взаимодействия эндогенных и экзогенных процессов при ведущей роли эндогенного фактора — тектонических движений [Герасимов, 1959].

Детальный анализ морфоструктур равнин содержится в сводной работе Ю.А. Мещерякова [1965], представляющей собой итог многолетних исследований автора, посвященных вопросам происхождения крупных форм рельефа Русской (Восточно-Европейской) равнины, связи рельефа и тектоники равнинных стран. В ней он расширил понятие морфоструктура, отнес к нему наряду с крупными формами и сравнительно небольшие формы, в образовании которых ведущая роль принадлежит тектоническому фактору (выраженные в рельефе купола, мульды, антиклинали, разломы, приподнятые или опущенные блоки земной коры). Морфоструктурный анализ горных территорий и история его развития подробно описаны в работе Ю.Г. Симонова [1972]. Методика изучения морфоструктур основывается на выяснении соотношения линейных и изометричных по форме структур. Особое место в морфоструктурном анализе занимает рассмотрение морфологии речных долин (их рисунка, густоты, глубины, времени заложения), так как с их помощью может быть восстановлена история развития разрывных нарушений.

Морфоструктурный анализ территории предполагает выявление в ее пределах участков, которые при одинаковом строении земной коры обладали бы также и морфологической однородностью. Это вызывает необходимость измерения однородности у каждого из элементов. Выраженность неотектонических нарушений в рельефе различна. В одних случаях новейшие разломы могут быть представлены элементами долинно-балочной сети, в других — цепочкой озер, в третьих — уступом на склоне и т.п.

Использование математической статистики в морфоструктурном анализе значительно повышает достоверность его результатов и позволяет перейти от приблизительной оценки объектов к количественной. При отборе признаков сопоставления рельефа и структур Ю.А. Мещеряков [1965] выдвигает два принципа: 1) соразмерности структурных и геоморфологических элементов; 2) сопоставимости элементов рельефа и тектоники по возрасту. Ю.Г. Симонов [1972] предлагает считать эти принципы началом аксиоматики структурно-геоморфологического анализа. Для сопоставления отдельных структурных и орографических элементов следует установить их соизмеримость, пространственное и временное соответствие. Так, система современных долин Кузбасса и система новейших разрывных нарушений генетически и пространственно взаимосвязаны и оформились в позднеоген-раннечетвертичное время. Следовательно, анализ дренажной сети региона позволяет достоверно реконструировать систему его новейших разрывных нарушений. Расположение долин в пространстве показывает, что разрывные структуры образуют регулярную систему разломов. Статистически доказано, что линейные размеры неотектонических блоков соотносятся как $10:7:5$. Коэффициенты удлиненности блоков в плане могут быть $10:7 = 7:5 = 1.4$ или $10:5 = 2$ [Симонов, 1966]. Кроме того, это статистически модальное соотношение сторон морфотектонических блоков остается таким же при любых масштабах. Природа этого соотношения имеет физические основания, пропорции обусловлены соотношениями пределов упругости при разных нагрузках. При исследованиях в мелких масштабах модальные значения могут быть иными, но не за счет генерализации блокоразделов, а за счет статистической «неполноты» совокупности изучаемых

блоков. Кроме того, при этом за неотектонические блоки часто принимают морфоструктуры более высокого ранга или их группы, отличающиеся определенными типами напряжений.

Методически задача выявления блоковых структур с помощью трехмерных моделей рельефа состоит в том, чтобы, используя эту зависимость и зная высотные уровни отдельных участков поверхности, восстановить по соотношению этих уровней размещение рельефообразующих разломов, знак перемещения и его амплитуду. Общая закономерность — чем крупнее масштаб (до известного предела), тем меньше будет площадь отдельных блоков, больше их число, тем более детально можно восстановить последовательность формирования тектонического рельефа. Поэтому важно проводить изучение территории в едином масштабе. Первой операцией при выделении блоков тектонического рельефа, испытавших взаимные перемещения в вертикальном направлении, является установление минимальной разницы высот, достаточной для отнесения двух соседних участков к разновысотным блокам. Установление этой величины имеет огромное значение для последующего анализа: если разница будет больше, чем нужно, то блоки, соответствующие масштабу исследований, не будут выявлены и площадь окажется разделенной лишь на незначительное количество частей; если же разница будет мала, количество блоков будет столь велико, что увязать движения, формирующие их высоты, будет невозможно. Выбирая минимальную учитываемую разницу высот, необходимо брать во внимание разброс высот в пределах изучаемой территории. Оптимальный шаг составляет 1/10 разброса высот за вычетом единичных эксцессов [Симонов, 2003]. Так, в пределах Кузбасса при общем разбросе гипсометрических отметок около 500 м значимыми и требующими генетической интерпретации являются различия в высотах смежных блоков 50 м.

Поверхность каждого блока, как правило, не является ровной плоскостью даже приближенно, а отличается той или иной степенью неровности. На данной стадии анализа денудационные изменения тектонического рельефа игнорируются, и всей поверхности блока условно приписывается отметка наивысшего в его пределах участка. Иными словами, восстанавливаются первичные тектонические формы рельефа.

В итоге выделения и оконтуривания блоков территория делится на некоторое количество участков разной формы, разных размеров и разной абсолютной высоты. Размещение границ между блоками и разница гипсометрических уровней между соседними блоками являются основой для реконструкции линий рельефообразующих разломов, а также установления знака перемещения и амплитуды для каждого из них. Возраст рельефообразующих разломов может быть определен на основании сопоставления их конфигурации с пространственным размещением отложений, синхронных процессу формирования тектонического рельефа.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

В качестве топографической основы применялись карты Военно-топографического управления МО СССР/РФ издания 1966—1994 гг. (1:100 000 и 1:500 000).

Были использованы цифровые космоснимки проектов SPOT и LANDSAT, имеющие разрешение 30 м и охватывающие Кузнецкий бассейн с прилегающими территориями. Ключевые участки заверялись по снимкам 2-метрового разрешения проекта BIRDS EYE и аэрофотоснимкам м-ба 1:17 000 съемки 1952 г.

В качестве модели высот использованы данные SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), являющиеся итогом реализации международного проекта под эгидой NASA, в ходе которого была построена цифровая модель земной поверхности Земли на базе радарной интерферометрии. В открытом доступе (<http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>) имеются осредненные данные высот с угловым разрешением 3 с, что на широте Кузбасса составляет приблизительно 55 на 93 м, с шагом по высоте 1 м.

В качестве основы при рассмотрении системы разрывных нарушений докайнозойского возраста была использована геологическая карта Кемеровской области м-ба 1:500 000, составленная в 2007 г. (ФУГП «Запсибгеолсъемка», составитель Г.А. Бабин), которая существенно уточнена по сравнению с геологическими картами государственной геологической съемки 1960-х годов м-ба 1:200 000.

Все материалы были геокодированы и сведены в базу данных на основе ArcMap, с помощью которой проводились работы по составлению карты блоковой делимости Кузбасса. Полученная карта блоковой делимости по детальности соответствует м-бу 1:500 000, при необходимости она может быть доведена до детальности м-ба 1:100 000 (без привлечения дополнительных данных) за счет выделения менее активных внутриблоковых границ. Опытные работы для локальных участков показали, что число выделенных блоков увеличивается при этом в 5—10 раз, что является на данном этапе исследований излишним, но может понадобиться для решения практических задач на участках подземной угледобычи.

НОВЕЙШАЯ БЛОКОВАЯ ДЕЛИМОСТЬ КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

В качестве реперной поверхности при определении амплитуд вертикальных перемещений неотектонических блоков нами была принята поздне меловая поверхность выравнивания. По нашим представлениям, она образует вершинную поверхность всех крупных блоков как в пределах Кузнецкой впадины, где ее высотные отметки составляют 230—370 м, так и в горном обрамлении с высотами от 430 до 1200 м и более. Таким образом, максимальные вертикальные относительные перемещения блоков достигают 1000 м в пределах рассматриваемой территории. Поздне меловая поверхность выравнивания образовалась в период тектонического покоя и корообразования, последовавший за позднеюрско-раннемеловой эпохой тектогенеза. Исходя из того, что меловых морских осадков в ее пределах нет, она была сформирована немного выше базиса денудации поздне мелового времени. Эволюция уровня Мирового океана мезозойско-кайнозойского времени хорошо известна [Berggren et al., 1995]. В верхнемеловое время он не превышал 225—250 м, и поздне меловая денудационная поверхность выравнивания формировалась приблизительно на отметках 270—280 м.

Поздне меловая поверхность выравнивания изначально имела в своих пределах локальные возвышенности и понижения. Над поздне меловой поверхностью возвышались на 20—30 м столовые холмы с фрагментами раннемеловой поверхности выравнивания на вершинах и денудационные останцы — монадники (рис. 2). Они образовывались за счет препарировки устойчивых к выветриванию и денудации пород. Такими породами на Кузбассе являются раннетриасовые базальты мальцевской свиты, раннеюрские базальные конгломераты распадской свиты, раннепермские горизонты песчаников кузнецкой подсерии, раннекарбоновые известняки мозжухинской свиты, а также четвертичные комплексы горелых пород. В складчатом обрамлении Кузбасса монадники образуют также интрузивные тела гранитоидного состава. Денудационные останцы обычно возвышаются над поверхностью пенеплена на 50—150 м. Единственным исключением из этого правила является Салтымаковский хребет, возвышающийся над

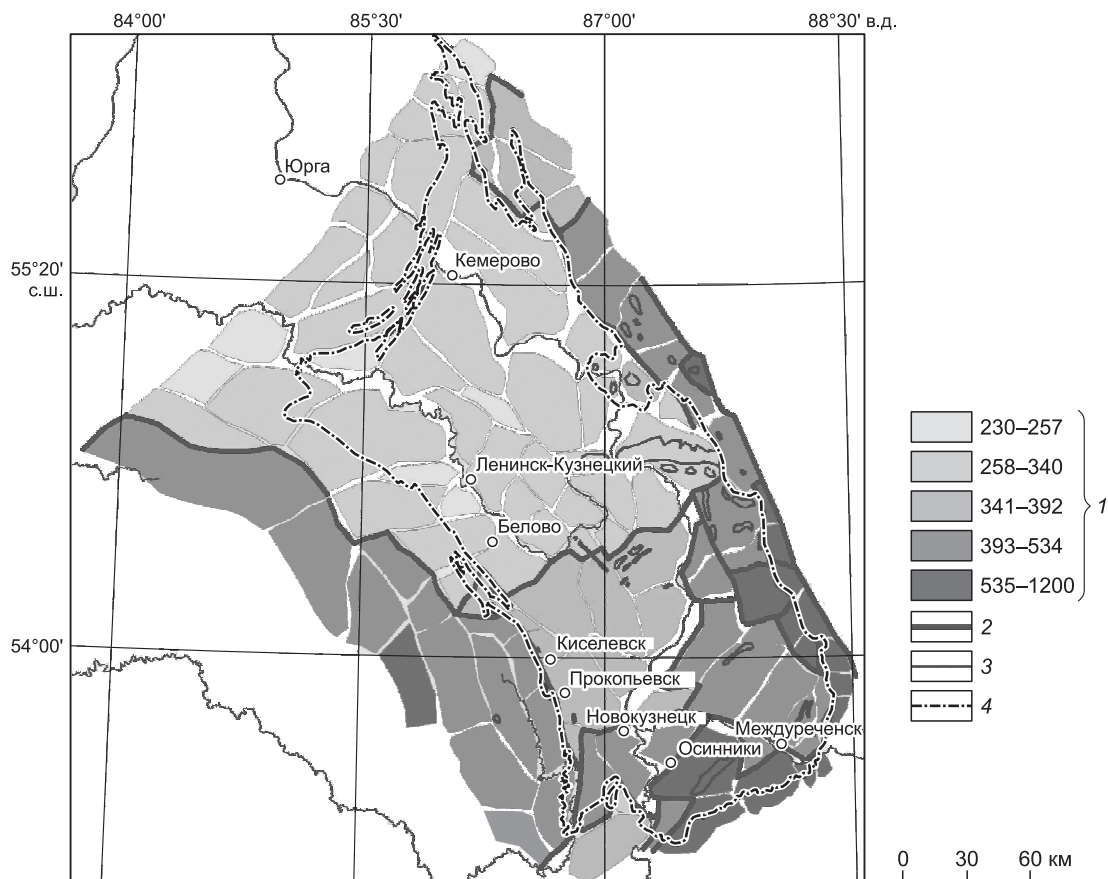


Рис. 2. Схема новейшей блоковой делимости Кузбасса и прилегающих территорий.

1 — основные неотектонические блоки и высота водораздельных поверхностей в их пределах (м); 2 — основные тектоногенные уступы, 3 — контуры отпрепарированных геологических тел (монадников), сложенных устойчивыми к денудации породами; 4 — граница Кузнецкого каменноугольного бассейна.

плоским основанием на 350—400 м. Аномальная относительная высота в сочетании с ромбовидной формой, неполным совпадением с областью распространения триасовых базальтов и значительные размеры (ширина 9 км, длина 41 км) позволяют усомниться в чисто денудационном происхождении этой крупной формы рельефа. Не исключено, что дальнейшие исследования позволят обосновать ее геоморфологические особенности как следствие развития в качестве неотектонического горста, формирующегося на фоне сжатия по механизму клина выпирания.

Понижения, существовавшие в меловом пенеплене, служили местами накопления продуктов перетолжения пород коры выветривания, формировавшейся одновременно с пенепленом. В пределах Кузбасса известны многочисленные мелкие впадины, заполненные позднемеловыми-раннепалеогеновыми пестроцветными глинами и песками ненинской свиты. Значительными по размеру были понижения Ненинской впадины и территории, расположенной между Салаиром и долиной р. Иня, часто называемой в литературе Инской залив [Файнер, 1969]. Мощность мел-палеогеновых осадков в Ненинской впадине достигает 150 м, а в Инском заливе обычно составляет 40—50 м.

В палеогене и неогене незначительному подъему подверглось обрамление Кузбасса. В это время оформились региональные уступы, отделяющие его от Салаира и Кузнецкого Алатау — тырганы. В современном рельефе эти уступы имеют обычно высоту 150—200 м, которая повышается в юго-восточной части бассейна, достигая местами 350—550 м. В позднеоген-раннечетвертичное время неотектоническая активизация все еще слабо проявлялась на большей части Кузбасса. В этот период в его пределах широко отлагались глинистые породы кочковской свиты.

Неотектоническая активизация охватила Кузбасс и привела к дроблению его территории на отдельные блоки лишь в четвертичное время. По последним данным, полученным с использованием пирометаморфических индикаторов, начало интенсивных неотектонических движений территории приходится на начало плейстоцена [Novikov, Sokol, 2007; Новиков и др., 2008; Новиков, Сокол, 2009]. Снижение местного базиса денудации и подъем южной части Кузбасса привели к образованию системы долин, заложенных по линиям новейших разломов. В среднем и позднем плейстоцене на территории происходило связанное с эоловым переносом формирование лессовидных суглинков красnodубровской свиты и плейстоценового комплекса лессовидных суглинков, которые смывались со склонов долин, но накапливались на уплощенных водоразделах поверх пород ненинской и кочковской свит, сохранившихся в понижениях водораздельного рельефа. В результате этих процессов в четвертичное время на территории Кузбасса сформировалась система неотектонических блоков с плоскими вершинами, на которых расположен слоеный пирог позднемеловых, раннепалеогеновых, позднеогеновых и среднечетвертичных пород. По сети новейших разломов развита сеть долин постоянных водотоков, прорезающая покровный комплекс до палеозойского основания и врезанных в него. Мощность покровного комплекса составляет около 20 м в северной части Кузбасса, увеличиваясь в присалаирской полосе до 80 м (в отдельных углублениях до 100 м). В южной части Кузбасса и на уплощенных водоразделах его обрамления она обычно не превышает 10 м. В ходе неотектонической активизации в качестве межгорной Кузнецкой котловины оформилась не вся территория Кузбасса, а только северная и центральная его части. При этом на севере Кузнецкая котловина шире Кузбасса, так как здесь прикузбасская часть Салаира шириной от 15 до 30 км не была вовлечена в воздымание и осталась в пределах межгорной котловины. Анализ высотного положения позднемеловой поверхности выравнивания (со снятым чехлом покровных отложений и без учета высот монадноков) неотектонических блоков территории показывает, что значительные дифференцированные в высотном отношении движения происходили по новейшим разломам лишь на границах с Салаиром и Кузнецким Алатау. Вертикальные амплитуды новейших разломов часто превосходят высоту тырганов (особенно на границе с Салаиром, где основание тектоногенного уступа погребено под породами покровного комплекса) и составляют от 250 до 500 м. Взаимные вертикальные перемещения смежных блоков обычно меньше 50 м и лишь в южной части Кузбасса, уже не входящей в одноименную межгорную котловину, могут достигать 150—300 м. Юго-восточные границы Кузнецкой котловины и Кузбасса не совпадают, поскольку южное окончание Кузбасса вовлечено в новейшее воздымание и принадлежит в орографическом отношении периферическим частям Салаира, Горной Шории и Кузнецкого Алатау.

СООТНОШЕНИЕ СЕТИ НОВЕЙШИХ РАЗЛОМОВ И СИСТЕМЫ ДОКАЙНОЗОЙСКИХ РАЗРЫВНЫХ НАРУШЕНИЙ

Полное наследование неотектоническими структурами кинематики и пространственной позиции докайнозойских тектонических нарушений на границе с Кузнецким Алатау и на юго-востоке Салаира может приводить к мнению о решающем влиянии структур докайнозойского основания на заложение новейших разломов на всей территории Кузбасса. Проведенный нами сравнительный анализ пространственной позиции древней и современной сети разломов территории (рис. 3) однозначно показывает, что это не так. Даже древний структурный шов, разделяющий Кузбасские и Салаирские структуры, в своей

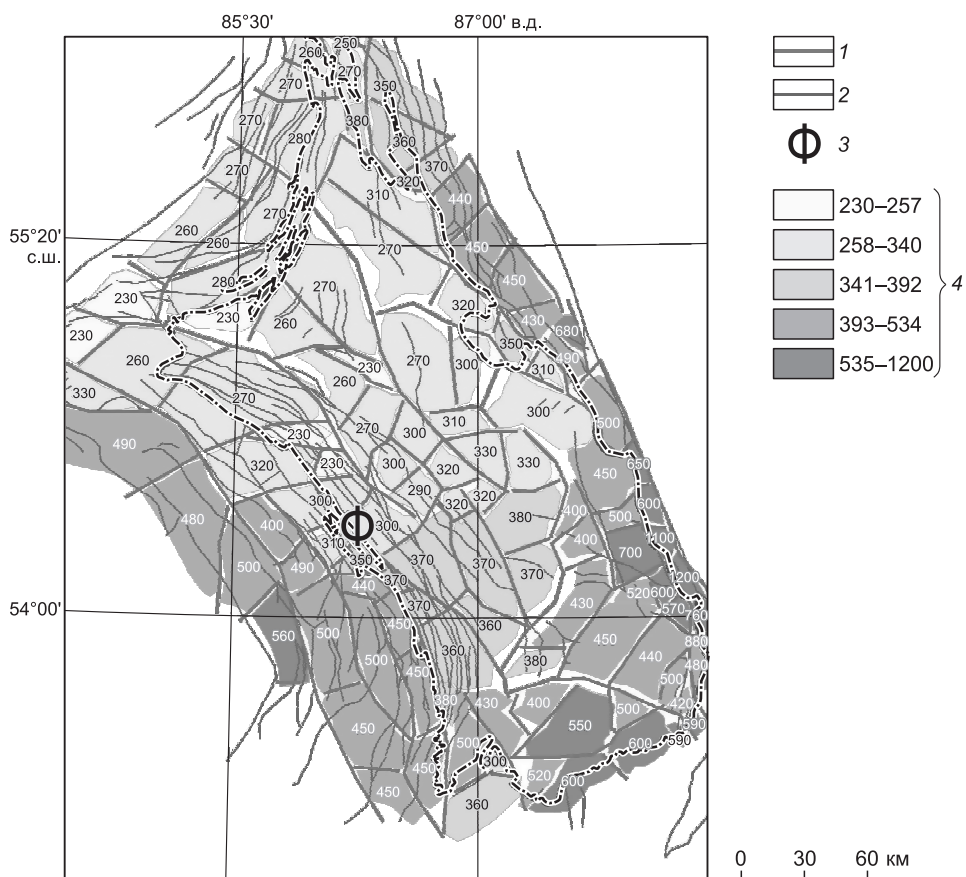


Рис. 3. Схема соотношения позднепалеозойско-мезозойской и кайнозойской систем разрывных нарушений Кузбасса.

1 — новейшие разломы, образующие границы неотектонических блоков первого порядка; 2 — палеозойские и мезозойские разрывные нарушения (по данным геологической съемки м-бов 1:200 000 и 1:50 000); 3 — расположение обнажения, показанного на рис. 4; 4 — высотное положение вершинной поверхности неотектонических блоков (м).

северной половине не находит отражение в сети новейших разломов. В пределах самой впадины протяженность унаследованных структур не превышает 10 %. Такое несоответствие вполне объяснимо, если учесть, что докайнозойские разломы сосредоточены вдоль северо-западной и юго-западной границ Кузбасса, где они осложняют системы позднепалеозойско-мезозойской линейной складчатости и генетически тесно с ними связаны. Основная часть Кузбасса слабо разбита докайнозойскими дизъюнктивами. Формирование докайнозойской системы разломов происходило при сжатии с северо-запада и юго-запада в условиях, когда земная кора в пределах территории еще не была достаточно консолидирована и ее верхние отделы имели возможность сминаться в линейные складки и практически не передавали напряжения во внутренние части впадины. Судя по рисунку кайнозойских разломов, неотектоническая активизация происходила в результате сжатия по субмеридиональному направлению в условиях достаточно консолидированной коры, что привело к хрупкому дроблению верхних ее отделов не только в пределах Кузбасса, но и его складчатого обрамления. Новейшая граница с горными сооружениями Салаира представляет собой кулисообразную систему новейших взбросов, наследующих докайнозойский тырганский взброс только в южной его части. На севере новейшие разломы отсекают полосы по 15—30 км от складчатых сооружений Салаира, оставляя их в пределах новейшей межгорной впадины. Северо-западная надвиговая граница Кузбасса практически не выражена в рельефе Кузнецкой межгорной котловины, северное ограничение которой носит условный характер, проходя по линии, соединяющей северо-западные окончания Салаира и Кузнецкого Алатау. Амплитуды вертикальных перемещений докайнозойских разломов на границах легко вычисляются по разнице в стратиграфическом положении комплексов пород, расположенных по разные стороны разломной границы, и на границе с Салаиром и Кузнецким

Рис. 4. Вид с юга на борт горной выработки, вскрывающей реактивированный в кайнозое мезозойский взброс, ограничивающий Кузбасс с юго-запада.

1 — верхний девон—нижний карбон, мозжухинская серия: известняки, песчаники, алевролиты; 2 — нижняя пермь, верхнебалахонская подсерия: песчаники, алевролиты, аргиллиты, каменные угли; 3 — линия взброса.



Алатау составляют обычно 5—6 км. Из них амплитуды новейших перемещений на реактивированных участках составляют 200—300, редко до 600 м.*

Обнаженность зон новейших нарушений обычно отсутствует, поскольку они перекрыты предгорными делювиальными шлейфами в случае дифференцированных движений по ним или аллювиальными отложениями, если отсутствуют существенные вертикальные подвижки. В немногочисленных случаях, когда новейшие разломы, активизирующие докайнозойские дизъюнктивы северо-западного простирания, вскрываются горными выработками, можно наблюдать, что кинематика движения по разломам наследуется (рис. 4). Докайнозойские разломные зоны северо-восточного простирания, как правило, не подвергаются реактивации.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВЫСОТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ БЛОКОВ КУЗБАССА

Поскольку в горизонтальной проекции (в плане) Кузбасс и Кузнецкая впадина не полностью совпадают, при рассмотрении геометрических закономерностей неотектонических блоков территории мы для большей достоверности включили в анализ все блоки, полностью или частично относящиеся к одному из этих объектов, и исключили блоки горного обрамления (рис. 5). Межблоковые границы имеют разную протяженность в разных частях территории. На ее большей части более вытянутыми являются границы северо-западного простирания, а границы северо-восточного простирания образуют короткие перемычки между ними. Вблизи северной и южной границ территории ситуация меняется, и перемычки образуют короткие разломы северо-западного простирания. Распределение абсолютных высот поздне-мелового пенеплена отдельных неотектонических блоков образует пять групп, соответствующих высотным ярусам в орографии Кузбасса. При этом районы, где расположены блоки с отметками более 400 м, в геоморфологическом отношении соответствуют горному обрамлению и не входят в Кузнецкую котловину. Длина неотектонических блоков составляет обычно от 15 до 30 км, а ширина от 10 до 15 км. Около 50 % блоков имеют соотношение длины к ширине в пределах 1.1—1.8, что согласуется со статистическими закономерностями для большинства территорий. Остальные блоки имеют коэффициент удлинения от 2 до 4, что связано с масштабом исследования. Частотное распределение линейных размеров и высот неотектонических блоков подтверждает достоверность их выделения по методике Ю.Г. Симонова даже в неблагоприятных геоморфологических условиях.

Кузнецкая котловина отделена от Кузнецкого Алатау новейшим взбросом, со стороны Салаира располагается кулисообразная система новейших сдвиговзбросов. С учетом субмеридионального регионального сжатия региона, фиксируемого по сейсмологическим данным [Еманов и др., 2009; Овсяченко и др., 2010], можно прийти к выводу, что формирование новейшей блоковой структуры Кузбасса происходит в результате процесса сжатия со сдвигом между Салаирским и Кузнецко-Алатауским блоками, при

* Приводимые в статье амплитуды вертикальных и горизонтальных перемещений как по новейшим разломам, так и по более древним докайнозойским разломам могли бы быть откалиброваны по материалам глубокой (до 5 км) опорной скв. Поднадвиговая-1, запланированной к бурению в районе г. Гурьевск. Имеющиеся данные по предваряющей такое бурение пилотной скважины (достигнутая глубина 1.13 км) у пос. Новобачаты (см. сборник «Актуальные вопросы геологии и минерагении юга Сибири», Новосибирск, 2001) и сейсмические материалы ОАО «Сибнефтегеофизика» показывают более сложное, чем представляется авторам статьи, чешуйчато-надвиговое строение палеозойского разреза в зоне сочленения Салаира и Кузбасса. (Прим. редколлегии).

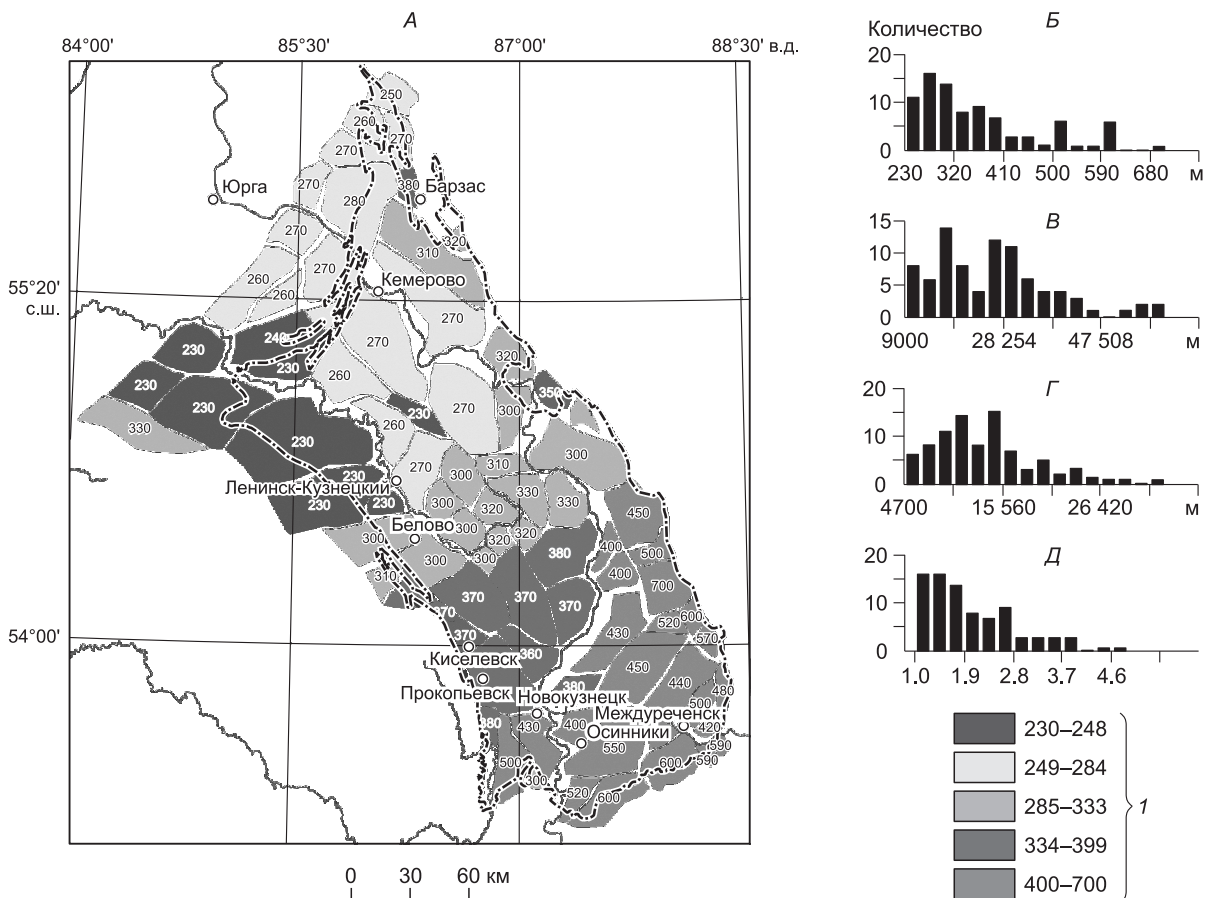


Рис. 5. Распределение неотектонических блоков Кузбасса и Кузнецкой котловины по линейным размерам и высотам.

А — схема расположения блоков; *Б—Д* — распределение блоков: *Б* — по высоте, *В* — по длине, *Г* — по ширине, *Д* — по соотношению длины к ширине.

l — высоты блоков на схеме (м).

котором Кузнецкий Алатау является жестким упором, а сдвиговые смещения происходят на границе с Салаиром и рассредоточены по межблоковым границам северо-западного простирания. Межблоковые границы северо-восточного простирания в таком случае имеют раздвиговой характер. Такая модель позволяет объяснить слабую высотную дифференциацию блоков в северной и центральной частях Кузбасса и дать предварительную кинематическую интерпретацию двух основных групп новейших разломов территории, различающихся по преобладающему простиранию.

НЕОТЕКТОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ КУЗБАССА

По особенностям высотного положения и своим геометрическим и геоморфологическим характеристикам выделенные неотектонические блоки образуют группы, которые могут служить основой для морфотектонического районирования территории Кузбасса и Кузнецкой впадины (рис. 6). Северо-западную часть территории занимает северный район. Он выходит в северном и западном направлениях за пределы Кузбасса и соответствует северной половине Кузнецкой впадины. Северный район делится на два подрайона. **Присалаирский подрайон** протягивается вдоль границы с Салаиром, проходящей по тектоногенному уступу высотой 100—150 м. С учетом погребенной части подножия высота уступа достигает 250 м. Подрайон занимает пространство между Салаиром и долиной Ини, а также небольшой участок на правом берегу Ини вдоль северной границы Кузбасса. Поверхность неотектонических блоков перекрыта в его пределах комплексом покровных отложений мощностью до 60—80 м (в отдельных впадинах вдоль подножия Салаира — до 100 м). Глубина эрозионного вреза обычно составляет 60—80 м, а у Салаира достигает 100 м. По направлению к долине Ини она снижается до 40—50 м. Гипсометрические отметки водоразделов подрайона достигают вблизи Салаира 280—300 м, снижаясь по направлению

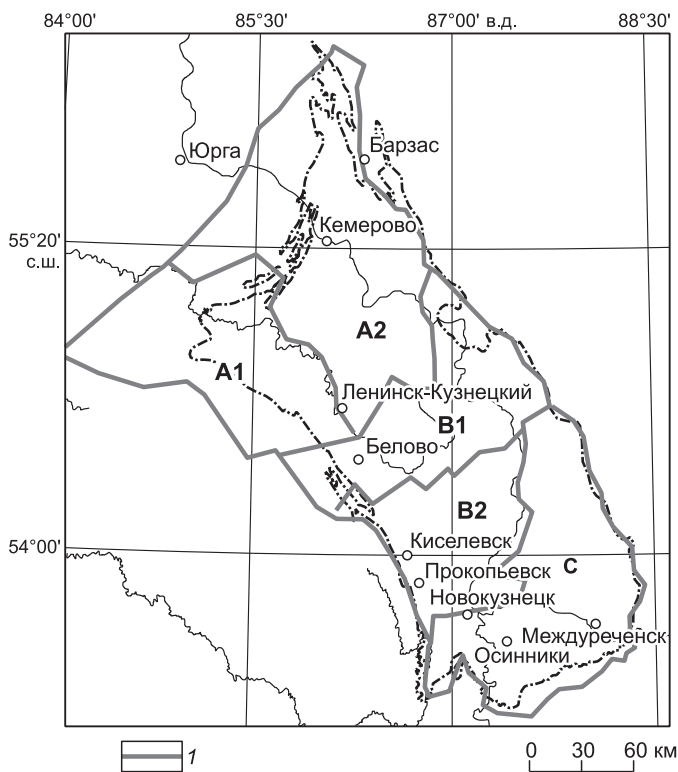
Рис. 6. Неотектоническое районирование Кузбасса и Кузнецкой котловины.

А — северный район, подрайоны: А1 — Присалаирский, А2 — Кемеровский; В — центральный район, подрайоны: В1 — Беловский, В2 — Прокопьевско-Киселевский; С — южный район. 1 — границы неотектонических районов и подрайонов.

к Ине до 180—200 м. Данное снижение не связано с деформацией поздне мелового пенеппена, а происходит за счет врезания со стороны долины Ини более молодых уровней планации. **Кемеровский подрайон** занимает пространство между долиной Ини и Кузнецким Алатау. От Кузнецкого Алатау он ограничен отчетливым тектоногенным уступом высотой 80—130 м. С юга Присалаирский и Кемеровский подрайоны отделяет от более возвышенной части Кузбасса сильно сглаженный уступ высотой 30—50 м, вдоль подножия которого заложены тектоногенные долины северо-восточного простирания. Гипсометрические отметки водоразделов Кемеровского подрайона составляют 270—300 м на севере и около 250 м на юге. Мощность покровного комплекса обычно не превышает 20 м. Глубина эрозионных долин составляет 60—80 м, редко до 100—120 м.

Центральный неотектонический район занимает южную часть Кузнецкой межгорной впадины и центральную часть Кузбасса. Характерной чертой его морфологии являются многочисленные моноднокки. Он делится на Беловский и Прокопьевско-Киселевский подрайоны. **Беловский подрайон** протягивается поперек Кузбасса от Салаира до Кузнецкого Алатау. С запада и востока он ограничен отчетливыми тектоногенными уступами высотой 170—180 м, а с севера и юга — сглаженными уступами высотой до 30 м на севере и до 50—70 м на юге, по подножиям которых заложены тектоногенные долины. Высоты водоразделов составляют в пределах подрайона около 300 м. Денудационные останцы возвышаются над водораздельными равнинами на 20—100 м, а Салтымаковский хребет достигает в уплощенной водораздельной части абсолютных отметок 675—710 м. Мощность покровного комплекса водораздельного плато — 10—20 м. Глубина блокораздельных долин колеблется от 80 до 100—120 м. **Прокопьевско-Киселевский подрайон** ограничен с юго-востока долиной Томи, а с юго-запада — Тырганским уступом, совпадающим здесь с одноименным докайнозойским разломом и имеющим высоту 100—150 м. Глубина долины Томи на участке вдоль границы составляет 160—200 м. Высота уплощенных водоразделов 360—380 м. Мощность покровного комплекса обычно не превышает 10—15 м. Глубина основных блокораздельных долин составляет 130—150 м.

Южный район представляет собой наиболее вовлеченную в неотектоническое поднятие южную окраину Кузбасса. В орографическом отношении он относится к низкогорным ступеням Салаира, Горной Шории и Кузнецкого Алатау. Высоты уплощенных водоразделов в пределах района составляют от 400 до 600 м. Мощность покровного комплекса менее 10 м. Для района характерно наличие монаднокков, имеющих вид узких гряд протяженностью 10—20 км, образованных препарировкой раннеюрских и раннепермских базальных конгломератов. Монаднокки возвышаются над вершинными плато на 200—250 м. Глубина блокораздельных долин южного района обычно лежит в пределах 200—300 м.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кузбасс, в поздне меловое время малоотличавшийся по тектоническому режиму и морфологии поверхности от своего складчатого обрамления, подвергся неотектонической активизации, которая выразилась в формировании в его пределах системы новейших блоков. Совпадение позиции межблоковых разломов с положением палеозойских и мезозойских разрывных нарушений происходит только на границах с Кузнецким Алатау и Салаиром. Граница с Кузнецким Алатау реактивирована полностью. Частичной реактивации (южное окончание, 50 % протяженности) подверглась Тырганская разломная зона, разгра-

ничающая Кузбасс и Салаирские структуры. С пограничными структурами связаны максимальные амплитуды вертикальных смещений за новейшее время (80—100 м, редко до 250 м на севере и до 600 м на юге). В основном новейшие разрывные нарушения представляют собой зоны трещиноватости шириной от 300 до 2000 м, освоённые элементами гидросети в ходе формирования системы эрозионных долин территории. За исключением пограничных с Салаиром и Кузнецким Алатау неотектонических структур, смещения по большинству новейших разломов не превышают 5—10 м по вертикали (на границах между неотектоническими районами и подрайонами до 30—70 м). Достоверных данных о значительных горизонтальных смещениях нет, но исходя из того, что в условиях сжатия горизонтальные амплитуды смещения превышают вертикальные в 5—10 раз, их можно оценить в 300—700 м.

Рисунок системы новейших нарушений свидетельствует о дроблении земной коры на блоки в ходе раздавливания ее в условиях регионального сжатия по оси субмеридионального простирания. Степень неотектонической активизации разных участков впадины неодинакова. По этому критерию в ней выделяются три района — северный, центральный и южный. Северный район испытал наименьшее поднятие, высотные отметки позднемеловой поверхности выравнивания в его пределах не превышают 300 м, в Присалаирском подрайоне они составляют 230—250 м, что позволяет говорить о незначительном погружении его блоков. Вертикальные смещения по новейшим разломам внутри района минимальны, наиболее активные движения сосредоточены на его границах. Центральный район незначительно приподнят относительно северного, высота поверхности выравнивания в его пределах около 300—380 м. Для него типичны дифференцированные движения по межблоковым границам с амплитудами до 60—70 м, формирующие уступы, разделяющие Беловский и Прокопьевско-Киселевский подрайоны, а также наличие значительного числа останцовых возвышенностей. Южный район подвергся максимальной активизации. Высоты позднемелового пенеппла в его пределах от 400 до 600 м. Для южного района характерны выраженные вертикальные межблоковые движения в виде прямолинейных тектогенных уступов и долин. Северный и центральный районы образуют современную Кузнецкую межгорную котловину, а южный — относится к периферическим частям Кузнецкого Алатау, Горной Шории и Салаира.

Проведенное районирование соответствует степени опасности аварий в горных выработках, связанных с неотектоническими напряжениями. Такая опасность максимальна в южном, умеренна в центральном и минимальна в северном районах. Она возрастает на границах неотектонических блоков и минимальна в центральных их частях. Дальнейшее направление исследований в области неотектоники региона будет проходить в направлении детализации неотектонического строения наиболее активных территорий, а также путем создания кинематической модели неотектонического дробления территории и разделения неотектонических разломов на классы различной кинематики. Сопоставление частоты сейсмических событий и аварий в горных выработках позволит классифицировать зоны новейших нарушений по степени влияния на сейсмические процессы и опасности для горных работ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 09-05-610 а) и является вкладом в проект IGGP № 592 «Continental construction of the Altai (Central Asian Orogenic Belt) compared to actualistic examples from the Western Pacific».

ЛИТЕРАТУРА

Боголепов К.В. Мезозойская тектоника Сибири. М., Наука, 1967, 328 с.

Брыксин А.А., Селезнев В.С. Влияние техногенных факторов на сейсмичность районов Кузбасса и озера Байкал // Геология и геофизика, 2012, т. 53 (3), с. 399—405.

Буслов М.М., Сафонова И.Ю., Федосеев Г.С., Рейков М., Дэвис К., Бабин Г.А. Пермотриасовый плюмовый магматизм Кузнецкого бассейна (Центральная Азия): геология, геохронология, геохимия // Геология и геофизика, 2010, т. 51 (9), с. 1310—1328.

Геология СССР. Т. XVI. Кузнецкий бассейн / Ред. В.И. Яворский. М., Л., Гос. изд-во геол. лит., 1940, 783 с.

Геология СССР. Т. XIV. Ч. I. Геологическое описание / Ред. В.И. Яворский. М., Л., Гос. изд-во геол. лит., 1948, 708 с.

Герасимов И.П. Структурные черты рельефа земной поверхности на территории СССР и их происхождение. М., Изд-во АН СССР, 1959, 100 с.

Грицюк Я.М. Сводово-блоковая морфотектоника западной части Алтае-Саянской горной области по данным геологического дешифрирования космических снимков // Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1979, с. 57—72.

Грицюк Я.М. Новейшая тектоника и геодинамика западной части Алтае-Саянской горно-складчатой области // Методы дистанционных исследований для решения природоведческих задач. Новосибирск, Наука, 1986, с. 73—79.

Грицюк Я.М., Холявко Г.Р. Сейсмогенерирующие купольно-кольцевые и линейные структуры Центральной Азии // Геология и минерагения Сибири. Новосибирск, СНИИГиМС, 2010, с. 149—160.

Даргевич В.А., Лоскутов Ю.И. Методические рекомендации по составлению прогнозно-минералогических карт на ильменит-цирконовые россыпи (на примере Сибири). Новосибирск, СНИИГиМС, 2000, 88 с.

Еманов А.Ф., Еманов А.А., Лескова Е.В., Фатеев А.В., Семин А.Ю. Сейсмические активизации при разработке угля в Кузбассе // Физическая мезомеханика, 2009, т. 1, № 12, с. 37—43.

Жалковский Н.Д., Мучная В.И. Некоторые результаты макросейсмических исследований сильных землетрясений Алтае-Саянской области, сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск, ИГиГ СО АН СССР, 1975, с. 28—41.

Зудин А.Н., Николаев С.В., Галкина Л.И., Буткеева О.Ю., Ефимова Л.И., Панычев В.А., Пономарева Е.А. Обоснование стратиграфической схемы неогеновых и четвертичных отложений Кузнецкой котловины // Проблемы стратиграфии и палеогеографии плейстоцена Сибири. Новосибирск, Наука, 1982, с. 133—149.

Калинин Ю.А., Росляков Н.А., Прудников С.Г. Золотоносные коры выветривания юга Сибири. Новосибирск, Академ. изд-во «Гео», 2006, 339 с.

Лаврентьев А.И. О неотектонических структурах и землетрясениях района Новокузнецка // Геология и геофизика, 1971 (9), с. 117—122.

Макеев В.М. Новейший перекрестный структурный план Кузнецкой перирогенной области и его влияние на горно-геологические условия месторождений в Кузбассе // Геология и разведка, 1998, № 3, с. 10—23.

Макеев В.М. Кузнецкая перирогенная область: неотектоническая зональность и геодинамические условия образования. М., ГЕОС, 2009, 148 с.

Мещеряков Ю.А. Структурная геоморфология равнинных стран. М., Наука, 1965, 277 с.

Наставко А.В., Бородина Е.В., Изох А.Э. Петролого-минералогические особенности вулканитов центральной части Кузбасса (Южная Сибирь) // Геология и геофизика, 2012, т. 53 (4), с. 425—449.

Новиков И.С. Морфотектоника Алтая. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2004, 313 с.

Новиков И.С., Сокол Э.В. Геохронометрия кайнозойского горообразования в Алтае-Саянской области по пирометаморфическим комплексам: геологическое обоснование // Геоморфология, 2009, № 3, с. 77—93.

Новиков И.С., Сокол Э.В., Травин А.В., Новикова С.А. Пирометаморфические индикаторы кайнозойских орогенных движений: минералогические и геохронологические аспекты на примере зоны перехода от Салаира к Кузбассу // Геология и геофизика, 2008, т. 49 (6), с. 503—526.

Овсюченко А.Н., Рогожин Е.А., Новиков С.С., Мараханов А.В., Ларьков А.С., Акбиев Р.Т., Могушков И.М. Палеогеологические и тектонические исследования сейсмоопасных территорий юга Кузбасса // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений, 2010, № 6, с. 35—45.

Поленов Б.К. Геологическое описание юго-западной четверти 15 листа VIII ряда десятиверстной карты Томской губернии (лист Кузнецк). СПб., 1907, т. 4, 229 с. (Тр. Геол. части Кабинета ЕИВ, вып. 2).

Полканов В.П., Батугина И.М., Юзвицкий А.З. Кольцевые образования Кузбасса и их связь с современными тектоническими движениями // Исследование Земли из космоса, 1980, № 6, с. 42—46.

Симонов Ю.Г. Основные черты морфотектоники Восточного Забайкалья // Изв. Забайкальского фил. Геогр. об-ва. СССР, 1966, т. 2, вып. 2, с. 68—84.

Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. М., Изд-во МГУ, 1972, 250 с.

Симонов Ю.Г. Основные черты современной концепции дизъюнктивной морфотектоники // Вестн. МГУ. Сер. география. 2003, № 4, с. 10—14.

Угольная база России. Т. II. Угольные бассейны и месторождения Западной Сибири / Ред. А.С. Юзвицкий. М., ООО «Геоинфоцентр», 2003, 604 с.

Файнер Ю.Б. Кузнецкая котловина // История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока. Алтае-Саянская горная область. М., Наука, 1969, с. 157—204.

Чернов Г.А. Новейшая структура Алтае-Саянской области и ее сейсмичность // Сейсмичность Алтае-Саянской области. Новосибирск, Наука, 1975, с. 57—67.

Яворский В.И., Бутов П.И. Кузнецкий каменноугольный бассейн. Л., Изд-во Геол. комитета, 1927, 224 с. (Тр. Геол. комитета, вып. 177).

Berggren W.A., Kent D.V., Swisher C.C., Aubry M.-P. A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy // Geochronology, time scales and global stratigraphic correlations: a unified temporal framework for a historical geology / Eds. W.A. Berggren, D.V. Kent, J. Hardenbol. Soc. Econ. Paleontol. Mineral., 1995, v. 54, p. 129—212.

Novikov I.S., Sokol E.V. Combustion metamorphic events as age markers of orogenic movements in Central Asia // Acta Petrologica Sinica, 2007, v. 23, № 7, p. 1561—1572.