

УДК 551.248.2 (571.17)

Л.В. Панина¹, В.А. Зайцев²

НЕОТЕКТОНИКА И ГЕОДИНАМИКА КУЗНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

Статья посвящена описанию неотектонического строения и геодинамического развития Кузнецкой впадины начиная с олигоцена. Комплексное исследование, включавшее структурно-геоморфологический анализ, дополненное дешифрированием, статистической обработкой космических снимков, а также полевыми наблюдениями, позволило выявить сводово-блоковый стиль новейших дислокаций Кузбасса. Современный структурный рисунок представляет собой сочетание широких поднятий, разделенных узкими впадинами, и слабых зон (разрывов, трещиноватости и дробления пород) северо-западного, северо-восточного, субмеридионального и субширотного простирания. Установлены характер взаимоотношения новейших структур с древними и геодинамические особенности развития новейших дислокаций в зависимости от степени активизации структур окружающих впадину орогенов. Статистический анализ результатов дешифрирования позволил выявить районы повышенной проницаемости и нарушенности геологической среды, где имеется повышенная концентрация метана.

Ключевые слова: неотектоника, структурно-геоморфологический анализ, дешифрирование, слабая зона, разрывы, трещиноватость, метан.

The article is devoted to the description of the neotectonic structure and geodynamic evolution of the Kuznetsk Basin, since Oligocene. The carried out complex researches, including structural and geomorphological analysis, supplemented by interpretation, statistical processing of the space images, as well as the field observations, allowed to reveal arch-block style of the latest structures of the Kuzbass. Modern structural pattern is a combination of the broad uplifts separated by narrow valleys, and weak zones (faults, fractures and crushing rocks) of the North-Western, North-Eastern, submeridional and sublatitudinal strike. The nature of the relationship of the modern structures with ancient and geodynamic features of the development of the latest dislocations depending on the degree of activation of the surrounding orogen structures established. Statistical analysis of the results of the space images interpretation allowed to reveal areas of the high permeability and disturbance of the geological environment, where there is an increased concentration of methane.

Key words: neotectonics, structural and geomorphological analysis, interpretation of the space images, weak zone, faults, fractures, methane.

Введение. В геоморфологическом отношении Кузнецкая впадина наследует одноименную структуру среднепалеозойского и мезозойского возраста, которая простирается в северо-западном направлении и пересечена в том же направлении крупной долиной р. Томь. Впадина ограничена на западе древним Тырганским разломом, испытавшим активизацию в Новейшее время и выраженным в рельефе уступом высотой до 100 м. В кинематическом отношении это надвиг, по которому Салаирское поднятие частично надвинуто на западный край Кузнецкой впадины. Восточным ограничением является активизировавшийся на новейшем этапе Западно-Мартайгинский разлом, отделяющий котловину от орогенного поднятия Кузнецкого Алатау. Этот разлом соответствует протяженной зоне глубинного Кузнецкого разлома, прослеживающегося с севера на юг вдоль восточной окраины Кузбасса. Северная и южная границы — зоны надвигов, разрывов, несогласий, по которым Кузнецкая впадина отделена от Томь-Колыванской системы поднятий и орогена Горной

Шории соответственно. Северная граница Кузнецкой котловины с системой линейно вытянутых складок Томь-Колыванской зоны поднятий следует вдоль Горловско-Зарубинского надвига позднегерцинского возраста, выраженного в рельефе и характеризующегося современными подвижками.

Таким образом, Кузнецкая впадина окружена со всех сторон горно-складчатыми сооружениями, которые во многом определили особенности морфологии и становления ее новейшей структуры. Геоморфологическое районирование Кузнецкой котловины обусловлено разной скоростью тектонических движений, которые она испытывала начиная с олигоцена, со времени вовлечения в поднятие мезозойского пенепплена. Учитывая эти особенности, рельеф Кузнецкой впадины традиционнo подразделяется на три района: южный, где развит низкотермальный и холмисто-увалистый рельеф, выработанный на сложнодислоцированных породах девонского, каменноугольно-пермского и частично юрского возраста; северный, представляющий собой

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, доцент; *e-mail:* panina53@mail.ru

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра динамической геологии, вед. науч. с.; *e-mail:* v.zaitsev@mail.ru

слаборасчлененную аккумулятивно-денудационную равнину, подстилаемую брахиморфными складками, сложенными породами пермского и юрского возраста; присалаирский — холмисто-грядовый эрозионно-тектонический и плоско-волнистый рельеф, развитый на складчатом основании, погруженном под мощным чехлом мезозойско-кайнозойских осадочных образований [Файнер, 1969]. Абсолютные отметки рельефа постепенно снижаются от орогенов Кузнецкого Алатау и Горной Шории обрамляющих впадину с востока и юго-востока, на север и северо-запад по направлению к аккумулятивной Западно-Сибирской равнине. Наиболее высокие значения альтитуды, достигающие 600 м, приурочены к южной, граничащей с Горной Шорией территории. Менее контрастные формы рельефа с альтитудой 250–350 м на водоразделах и 150–100 м в днищах долин тяготеют к северной области, где пограничной структурой служит Томь-Кольванская зона.

В тектоническом отношении Кузнецкая впадина представляет собой краевой прогиб герцинского горно-складчатого сооружения Томь-Кольванской зоны и характеризуется асимметричным строением. Характерно усложнение герцинских структур вблизи зон Томского и Гурьевского надвигов, где развиты узкие, асимметричные, нарушенные надвигами и взбросами складки, простирающиеся в соответствии с главными направлениями Томь-Кольванского и Салаирского горно-складчатых сооружений. Подобная картина наблюдается и вблизи Кузнецкого Алатау. Центральная часть имеет простое строение с широким развитием простых брахиморфных структур.

Несмотря на достаточно хорошую изученность Кузбасса, вопросы неотектонического строения и развития пока еще недостаточно освещены в литературе. На имеющихся картах впадина показана в целом как отрицательная структура, развивающаяся на фоне роста окружающих ее орогенов. С целью детального изучения новейшего строения Кузбасса, геодинамических условий и тенденций его развития проведен структурно-геоморфологический анализ, включающий комплексное дешифрирование топографических карт масштаба 1:200 000 и 1:25 000 и космических снимков, построение и интерпретацию геоморфологических профилей, а также полевые исследования. Для выявления наиболее активных в геодинамическом отношении участков, где возможна повышенная концентрация метана, проведена статистическая обработка результатов дешифрирования космических снимков и топографических карт с помощью модуля Lineament Analyst для линеаментного анализа в системе ArcView.

Неотектоническое строение Кузнецкой впадины. Простирающиеся речных долин крупных рек Томь и Иня, пересекающих Кузнецкую впадину с юго-востока на северо-запад, определило морфологию крупных систем новейших поднятий и разделяющих их узких

впадин-долин. Река Томь на своем 400-километровом пути образует широкую, меандрирующую долину с крупными излучинами, огибающими новейшие поднятия. Такое же строение имеет и современная долина реки Иня. Структурно-геоморфологические исследования позволили выделить западную цепь поднятий, включающую Марчихинское, Золотаревское, Трифоновское, Антоновское, Новокузнецкое, Александровское поднятия и восточную, объединяющую Романовское, Придорожное, Баженовское, Тайдонское. Морфологически эти структуры имеют северо-западное, северо-восточное и субширотное простираение. Поднятия северо-западного тренда тяготеют в основном к северо-восточной области, где подчиняются влиянию структур Кузнецкого Алатау (Придорожное, Романовское, Тайдонское и др.). Исключение — Александровское поднятие, расположенное на западе в пограничной области с Салаирским кряжем и наследующее простираение каменноугольных геологических структур. Северо-восточные ориентировки характерны для поднятий юго-восточной области, граничащей с Горной Шорией (Баранзасское, Ольжерасское и др.), субширотные развиты на западе, где примыкают к Салаирскому кряжу (Орловское, Ивановское и др. поднятия). Исключение — Салтымаковское поднятие (абсолютные отметки до 720 м), расположенное на севере южной провинции Кузнецкой впадины. Оно соответствует в рельефе одноименному хребту, сложенному в основном устойчивыми к процессам денудации триасовыми базальтами.

В центральной части Кузнецкой впадины развиты субмеридионально ориентированные поднятия: на севере — Попереченское, на юге — Талдинское, на юго-западе — Ананьинское (рис. 1). Последние выражены в рельефе субмеридионально ориентированными хребтами с амплитудой до 350 м. Характерно увеличение амплитуд к юго-востоку, по направлению к Кузнецкому Алатау и Горной Шории, где они достигают 700 м и более, а в северной области уменьшаются в два раза и имеют максимальные значения 350 м (рис. 1). Этапы наиболее активного роста поднятий датируются средним плиоценом, ранним и поздним плейстоценом, началом голоцена.

Выявленные структуры осложнены системами слабых зон (разрывов, трещиноватости, дробления пород) северо-западного, северо-восточного, субширотного и субмеридионального простираения, наиболее протяженные из которых показаны на рис. 1. К ним часто приурочены речные долины, вдоль них происходит резкое изменение амплитуды поднятий, а также смещение поверхностей выравнивания, что видно на геоморфологических профилях (рис. 2, 3). Северо-западные слабые зоны тяготеют к областям, граничащим с Салаирским кряжем на западе и Кузнецким Алатау на востоке. Некоторые из них частично наследуют герцинские взбросы и надвиги Салаирского кряжа, по которым он надвинут

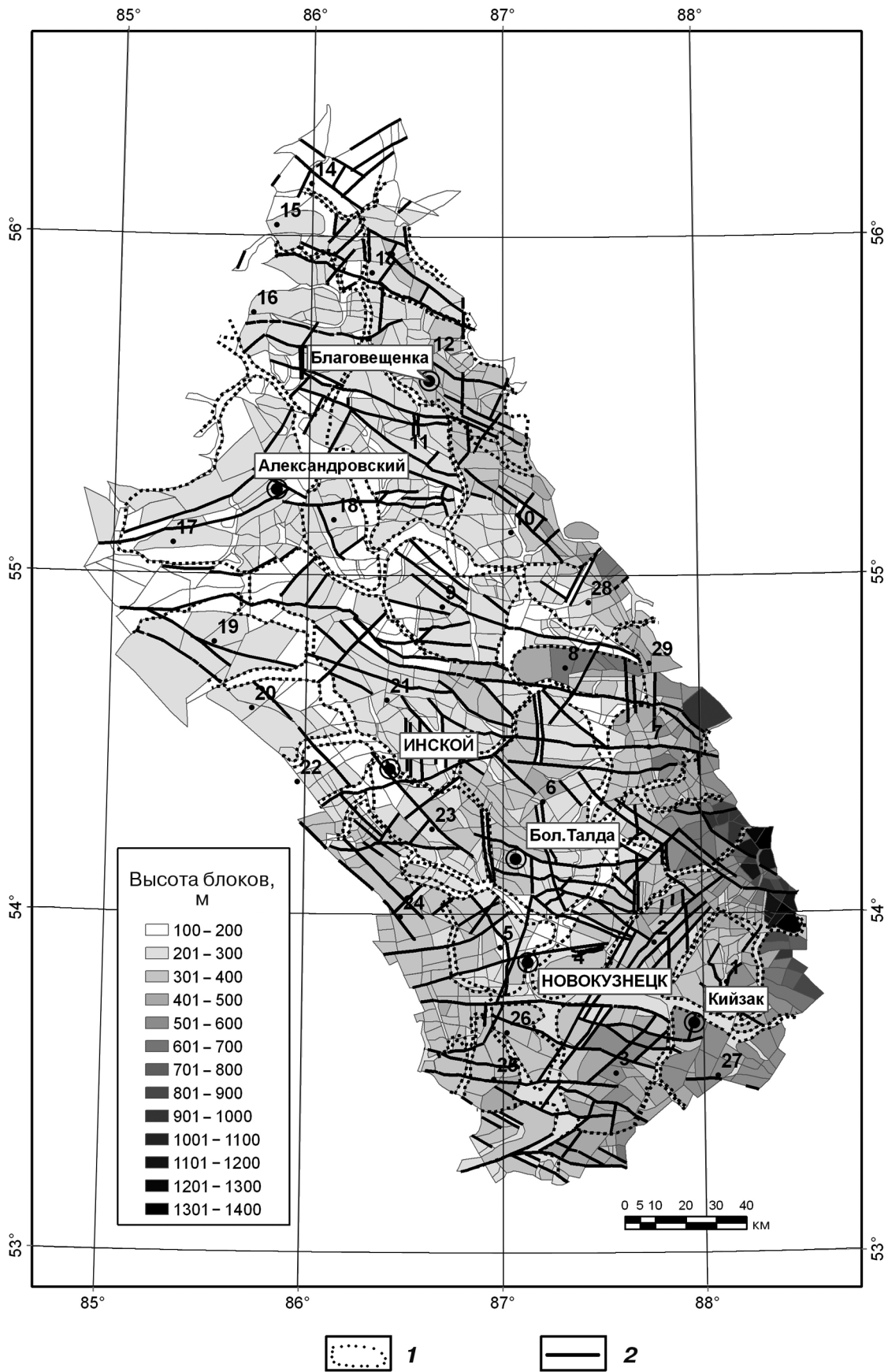


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая схема Кузнецкой впадины, масштаб 1:200 000: 1 — контуры новейших поднятий, 2 — слабые зоны (разрывы, трещиноватость, дробление пород). Цифрами обозначены новейшие поднятия: 1 — Ольжерасское; 2 — Баранзасское; 3 — Кедровское; 4 — Есауловское; 5 — Новокузнецкое; 6 — Талдинское; 7 — Андреевское; 8 — Салтымаковское; 9 — Трифионовское; 10 — Баженовское; 11 — Попереченское; 12 — Придорожное; 13 — Романовское; 14 — Майское; 15 — Таловское; 16 — Сосновское; 17 — Корниловское; 18 — Марчихинское; 19 — Орловское; 20 — Ивановское; 21 — Золотаревское; 22 — Инское; 23 — Антоновское; 24 — Александровское; 25 — Ананьинское; 26 — Таргайское; 27 — Кумзасское; 28 — Тайдонское; 29 — Таловское

на Кузнецкую впадину. Создающиеся при этом напряжения реализуются в ее пределах в виде систем блоковых поднятий. Слабые зоны северо-западного простирания тяготеют и к восточной части Кузбасса, где формируются под влиянием Кузнецкого Алатау.

Слабые зоны северо-восточного простирания прослеживаются практически на всей территории Кузнецкой впадины, но особенно отчетливо проявляются в рельефе на юге и на севере района, где ощущается влияние Горной Шории и Томь-Колыванской систем поднятий. Интенсивность деформаций, выражающаяся в раздробленности рельефа на отдельные блоки, усиливается на юге впадины по мере приближения к Алтае-Саянскому орогену. Этими зонами, которые разрабатываются долинами крупных рек Томь, Тутуяс, Абашева, Ольжерас и др., определяется и простирание новейших поднятий, описанных выше. Наиболее протяженные из них пересекают котловину на расстояние более 80 км. На севере района северо-восточное простирание слабых зон и подчиненных им блоков рельефа контролируется Томь-Колыванской зоной поднятий. Как показывают исследования, северо-восточное направление преобладает и в аномалиях силы тяжести, глубинные разломы земной коры также имеют северо-восточные простирания [Макеев, 1996].

Слабые зоны субмеридионального простирания различного ранга прослеживаются на значительное расстояние с юга на север, соединяя отдельные прерывистые фрагменты речных долин. Так, в центральной части Кузнецкой впадины серия зон субмеридионального простирания разрабатывается участками рек Яя, Барзас, Уньга, Ближний Менчереп, Золотой Китат, Кайгадат, Заломная, Мунгат, Верхняя и Нижняя Тыта, Аба, Чумыш, Нижняя Терсь, Баранзас, Мрас-Су. Возможно, эти зоны являются отражением древнего структурного шва, замаскированного деформациями современного поля напряжений. В кинематическом отношении они представляют собой структуры растяжения. Отметим, что молодой Томь-Кондомский грабен также имеет субмеридиональное простирание [Лаврентьев, 1969].

Протяженные субширотные слабые зоны, пересекающие с запада на восток Таргайское, Тайдонское, Кедровское поднятия, приурочены к южной части Кузнецкой впадины. Иногда эти зоны являются границами структурных несогласий, где ограничивают поднятия разного простирания, как, например, слабая зона, отделяющая с юга субширотное Салтымаковское поднятие от субмеридионального Талдинского, расположенного в центральной части впадины (рис. 1).

Выявленные слабые зоны Кузбасса в одних случаях наследуют некоторые древние разрывные нарушения, как это происходит на западе и отчасти на востоке района, в других — пересекают древние геологические структуры. Наиболее протяженные из них наследуют разломы северо-восточного простирания,

пересекающие Салаирский кряж и ороген Кузнецкого Алатау (Пеньковский, Барнаульско-Заранинский, Кытмановский, Ташелгино-Темирский). Находят отражение в рельефе и разломы северо-западного простирания. Так, зоне глубинного Кузнецкого разлома соответствует серия новейших разрывов, разрабатываемых речными долинами преимущественно северо-западного простирания. Частично наследуются северо-западные разрывы взбросового типа герцинского комплекса на северо-западе Караканского и на юге Кыргай-Нарыкского поднятий (Талдинское поднятие). Отдельные складки древних структурных планов, как правило, не выражены в рельефе. В районе Талдинской и Нарыкско-Осташкинской площадей максимальные значения амплитуды отдельных блоков соответствуют как герцинским антиклиналям, так и синклиналям, а разрывные нарушения герцинского комплекса на новейшем этапе реанимируются лишь частично.

Анализ рельефа по топографическим картам дополнен построением и интерпретацией геоморфологических профилей (рис. 2), что позволило с достаточной степенью достоверности перевести некоторые слабые зоны в разряд разрывных нарушений. Вдоль этих зон происходит смещение уровней разновозрастных поверхностей выравнивания. Наиболее ярко эти деформации заметны в области Кузнецкой впадины, прилегающей к горным сооружениям, где наблюдается их ступенчатое воздымание, как правило, первого и второго уровня (рис. 3).

На представленных профилях (рис. 3) выделяются 5 уровней, соответствующих поверхностям выравнивания и речных террас крупных рек Томь, Мрас-Су, Кондома, Иня и др. Первая, самая древняя и верхняя ступень с отметками 400–500 м, описанная ранее в бассейне р. Мрас-Су, предположительно представляет собой фрагменты мелового пенеппена. Уровень этой предороженной поверхности, покрытой чехлом красноцветных отложений, может достигать 1200 м на склонах Кузнецкого Алатау, снижаясь в среднем до 500 м в Кузнецкой впадине. Второй уровень соответствует позднеплиоценовой поверхности выравнивания и датируется галечниками долины р. Кондома [Файнер, 1969]. На севере и северо-западе Кузнецкой впадины эта поверхность приурочена к отметкам 235–245 м и воздымается в южном направлении, достигая на юге отметок 300–400 м. Третья ступень, достаточно хорошо выраженная по аллювию четвертой надпойменной террасы рек Томь и Кондома, датируется средним плейстоценом. На юге ее абсолютные отметки составляют 300–350 м, на севере она является самой низкой ступенью и приурочена к долинам рек Томь, Яя, Барзас и др. Четвертая ступень коррелирует с уровнем третьей террасы реки Томь позднеплейстоценового возраста и соответствует абсолютным отметкам 250–300 м на юге. Более низкий пятый уровень (200–250 м) сопоставляется с низкими 2-й и 1-й террасами крупных рек.

Корреляция первого, реже второго уровня по продольным геоморфологическим профилям позволила выявить разрывы преимущественно субширотного и северо-восточного простирания (рис. 3, профиль 6). На профилях отчетливо видно увеличение абсолютных отметок поверхностей выравнивания в южном направлении. Вместе с тем отметим усиление их нарушенности разрывами в этом же направлении. На геоморфологических профилях отчетливо вырисовываются и новейшие поднятия, описанные выше. Амплитуда поднятий также увеличивается с 250–300 м на севере до 600 м и более на юге (рис. 3, профиль 6). На поперечных профилях через северную провинцию наблюдается увеличение амплитуды с юго-запада на северо-восток от 250 до 400–500 м (рис. 3, профиль 4). На профилях через южную провинцию амплитуды изменяются от 400–450 м на юго-западе до 600 м и более на северо-востоке (рис. 3, профили 1, 2).

Новейшая геодинамика. Тектоническое положение Кузнецкой котловины в системе окружающих орогенов, испытывающих на современном этапе активные геодинамические процессы, несомненно, оказывает влияние на формирование новейшего структурного плана Кузбасса. Современная геодинамическая активность выражается в росте новейших поднятий за счет сокращения впадин, что обусловлено общим поднятием территории. Наибольшей активизации восходящих тектонических движений подверглись обрамляющие впадину салаирские и герцинские горно-складчатые сооружения, причем Кузнецкий Алатау и Горная Шория испытывали более значительный рост по сравнению с Томь-Колыванской и Салаирской зонами. Южная область района исследований наиболее активна на современном этапе развития, что выражено в повышении альтитуды поднятий, деформации поверхностей выравнивания, раздробленности новейших поднятий слабыми зонами, сейсмичностью. Очевидно, современная геодинамическая ситуация определяется здесь влиянием Алтае-Саянского орогена, граничащего с Кузнецкой впадиной по системе поднятий Горной Шории. На севере Горной Шории значения амплитуды роста новейших структур оцениваются в 100–120 м, что послужило причиной для изменения течения р. Кондома с запада на север. О вовлечении в поднятие восточной части Кузнецкой впадины указывают и глубокие врезы долин, поперечных к Кузнецкому Алатау. Продольные сечения долин часто имеют ступенчатый профиль, а глубина вреза

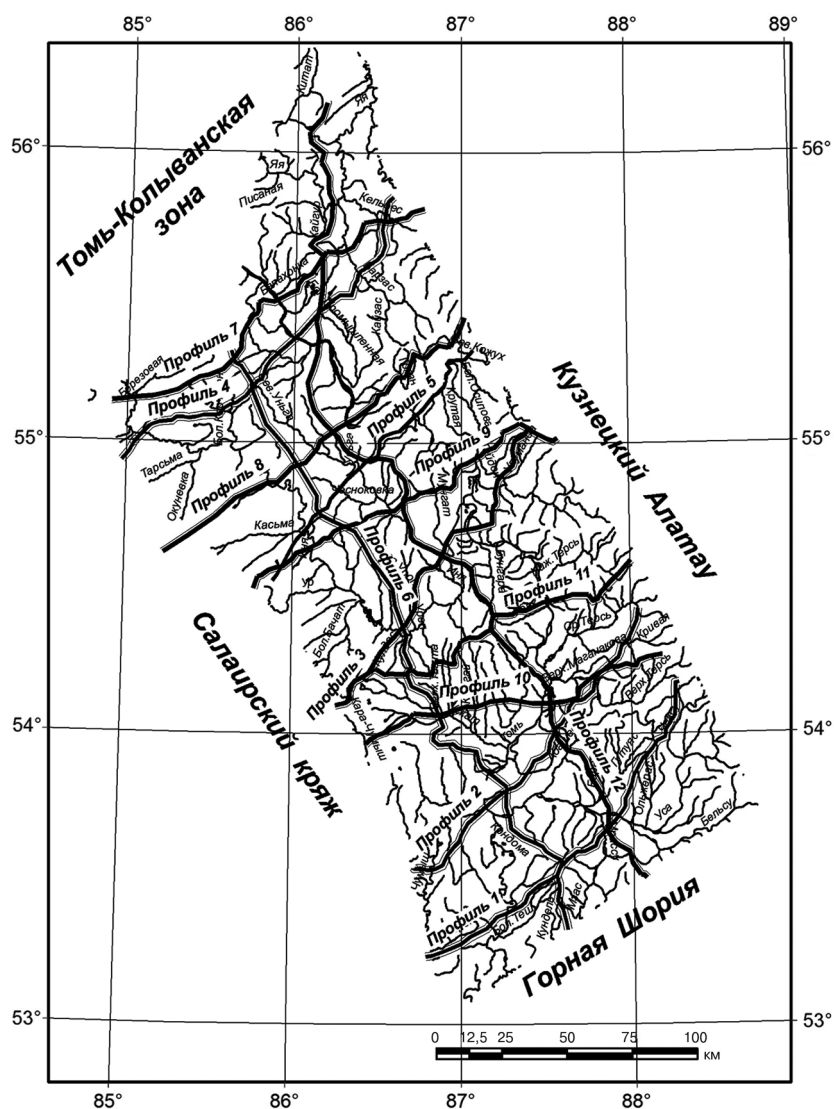


Рис. 2. Схема расположения геоморфологических профилей

составляет 150–200 м [Файнер, 1969]. Рост поднятий сопровождается развитием слабых зон (разрывов, зон трещиноватости и дробления пород), вдоль которых часто происходят вертикальные и горизонтальные смещения отдельных блоков, что создает сводово-блоковый тип деформаций. Геоморфологические данные, результаты повторного нивелирования, данные GPS, проявления сейсмичности как в самой Кузнецкой впадине, так и в окружающих горных сооружениях, самопроизвольные газовыделения подтверждают это положение.

Повторное нивелирование, проведенное в Томь-Колыванской области, показало, что скорость роста структур колеблется здесь от 1–1,5 до 4 мм/год. Характерно увеличение скорости тектонических движений от нескольких миллиметров на севере в Томь-Колыванской области до 1 см/год и более на юге в Алтае-Саянском орогене [Карташов и др., 1985]. В пределах долины р. Кондома отмечено погружение на 0,5 мм/год, что, по-видимому, связано с приуроченностью этой долины к зоне молодого

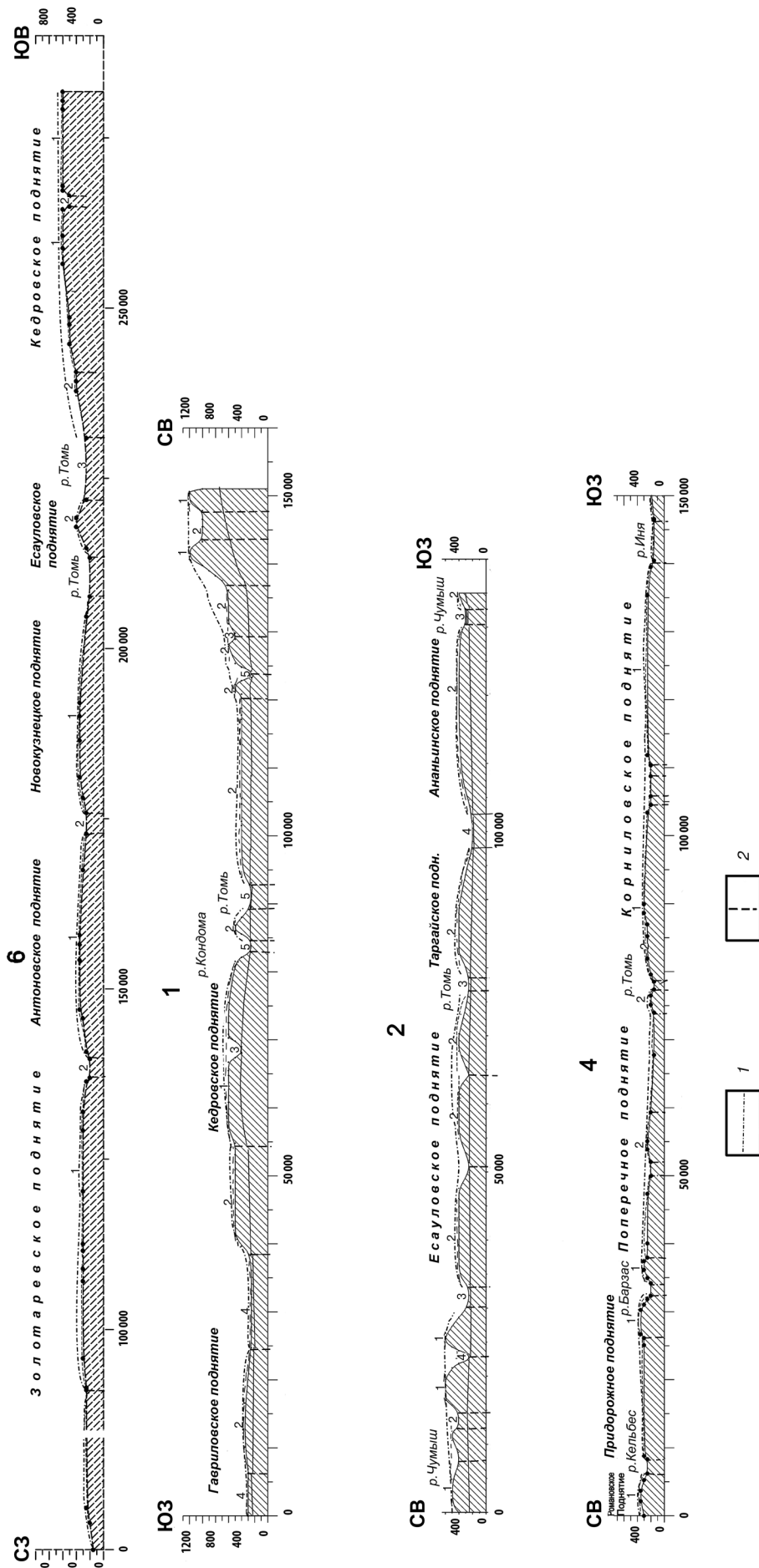


Рис. 3. Геоморфологические профили: 1 — обобщенные очертания новейших поднятий; 2 — новейшие разрывы. Цифры соответствуют поверхностям выравнивания и уровням речных террас (пооянения см. в тексте)

субмеридионального грабена. Северным продолжением грабена служит система сбросов в отложениях цокольной террасы р. Томь в районе г. Новокузнецк [Лаврентьев, 1969]. Существование молодых грабенов аналогичного простирания можно предположить на той же широте на участках рек Чумыш и Мрас-Су. Молодые разрывы, а также более мелкие вертикальные трещины наблюдались нами в четвертичных отложениях в карьере шахты Салек, в стенке Новоказанского карьера, в карьере Талдинского разреза (Талдинское поднятие).

На проявление активной геодинамики указывает и повышенная современная сейсмичность. Эпицентры землетрясений мощностью 6–7 баллов тяготеют главным образом к южной области (район н.п. Таштагол) и приурочены к области сочленения Горной Шории и Кузнецкой впадины, где расположена Горно-Шорская зона структурных несогласий [Макеев, 1996], маркируемая на поверхности новейшими надвигами [Раковец, 1986]. Расположенная севернее область распространения очагов землетрясений приурочена к развивающимся Кедровскому и Баранзаскому поднятиям (рис. 1). Периодические подвижки происходят вдоль ответвления Мартайгинского разлома, являющегося пограничной структурой с орогеном Кузнецкого Алатау. Третья область, где обнаружены очаги землетрясений, приурочена к северной части Кузнецкой котловины, в районе «сближения» Попереченского, Сосновского и Корниловского новейших поднятий. Возможно, активность этого участка и обусловлена разрастанием указанных структур. Кроме того, известны землетрясения в 1898, 1903 и 1966 гг. силой 7 баллов, эпицентры которых находились у г. Новокузнецк. Эпицентры приурочены к узкой впадине, разделяющей Новокузнецкое и Есауловское новейшие поднятия (рис. 1). Эта впадина представляет собой фрагмент протяженной слабой зоны субмеридионального простирания, по-видимому, это Томь-Кондомский грабен. По сейсмическим данным, здесь в фундаменте Кузнецкой впадины установлен структурный шов. Решения механизмов очагов для трех событий 12-го класса с магнитудой от 3,9 до 4,5 позволяют утверждать, что их эпицентры тяготеют к разломам, как правило, сдвигового типа. К областям концентрации эпицентров землетрясений приурочены очаги горных ударов и внезапных выбросов угля и газа.

Заключение. Таким образом, исследования позволили выявить сводово-блоковый стиль новейших дислокаций Кузбасса. Современный структурный рисунок Кузнецкой впадины представляет собой сочетание широких поднятий, разделенных узкими впадинами, и зон разрывов, трещиноватости пород, линеаментов северо-западного, северо-восточного,

субмеридионального и субширотного простирания. Установлено изменение характера новейших дислокаций Кузнецкой впадины в зависимости от степени активизации структур окружающих ее орогенов. Так, по направлению к Западно-Сибирской плите характерно уменьшение амплитуды поднятий, снижение высоты поверхностей выравнивания, сокращение степени расчлененности рельефа по сравнению с южным районом, где рост новейших структур обусловлен активизацией тектонических процессов в Алтае-Саянском орогене в среднем–позднем плейстоцене. На это указывает соответствие простирания слабых зон в юго-восточной части Кузнецкой впадины с кайнозойскими структурами Алтае-Саяна. Развитие новейших поднятий, нарушенных слабыми зонами преимущественно северо-западного простирания, является, по-видимому, результатом обновления герцинского структурного плана Салаирского кряжа.

Новейшие дислокации Кузбасса в одних случаях наследуют древние разрывные нарушения, как это имеет место в областях, прилегающих к Кузнецкому Алатау (на юго-востоке), а также в Присалаирской зоне, в других — пересекают древние геологические структуры, как показали более детальные исследования, проведенные на Талдинской и Нарыкско-Осташкинской площадях (Талдинское поднятие).

Принимая во внимание сходство современных структурных рисунков, по крайней мере южной части Кузбасса и орогена Западного Саяна, можно говорить об их общем поле напряжений, где господствует северо-северо-восточное сжатие. Это положение согласуется с кинематикой кайнозойских деформаций Алтае-Саянской области, где разломы северо-западного простирания имеют сдвиговую составляющую, а субширотные — взбросовую и надвиговую, субмеридиональные направления соответствуют структурам растяжения [Добрецов и др., 1995]. Решение механизмов очагов землетрясений в Алтае-Саянской области по сейсмическим событиям также позволяет говорить о том, что район Западного Саяна находится в условиях северо-северо-восточного сжатия [Жалковский и др., 1995].

Проведенное сопоставление новейших дислокаций с газифицированными скважинами показало хорошую корреляцию. Полученные результаты позволили с достаточной степенью достоверности наметить участки наиболее вероятного сжатия и растяжения, что важно для выявления зон повышенной метаноносности. Установлено, что к слабым зонам и областям их пересечения приурочены выбросы метана, обусловленные его повышенной концентрацией в угольных пластах, что расширяет критерии выявления перспективных участков для добычи метана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Добрецов Н.Л., Берзин Н.А., Буслов М.М., Ермиков В.Д. Общие проблемы эволюции Алтайского региона и взаимоотношения между строением фундамента и развитием неотектонической структуры // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 10. С. 5–18.

Жалковский Н.Д., Кучай О.А., Мучная В.И. Сейсмичность и некоторые характеристики напряженного состояния земной коры Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. 1995. Т. 36, № 10. С. 20–30.

Карташев М.П., Есиков Н.П. Изучение деформаций земной поверхности на Кузбасском полигоне // Современные движения и деформации земной коры на геодинамических полигонах. М.: Наука, 1983. С. 102–105.

Лаврентьев А.И. Молодой грабен в долине р. Томь // Геология и геофизика. 1969. № 12. С. 134–137.

Макеев В.М. Новейшая тектоническая структура и геодинамика Кузнецкой перигорогенной области (северо-западная часть Алтае-Саянского орогена): Автореф. канд. дисс. М.: МГУ, 1996.

Раковец О.А. Новейшая тектоника Алтае-Саянской области // Региональная неотектоника Сибири. Новосибирск: Наука, 1983. С. 44–50.

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

Поступила в редакцию

16.05.2012